



EA 4/16 G: 2003

Руководство EA по выражению неопределенности в количественных испытаниях

ЦЕЛЬ

Целью данного документа является гармонизация между членами EA по оценке неопределенности, связанной с измерениями и результатами испытаний. Для достижения данной цели в документе приведены соответствующие рекомендации и предложения.

Авторство

Данная публикация была подготовлена рабочей группой экспертов по неопределенности измерений от имени лабораторного комитета EA.

Официальный язык

Текст может переводиться на другой язык в случае необходимости. Версия документа на английском языке является определяющей.

Авторские права

Авторские права на данный текст принадлежат EA. Копирование текста для последующей продажи запрещено.

Дополнительная информация

Для получения дополнительной информации о данной публикации обратитесь к национальному члену EA. Для получения самой актуальной информации рекомендуем посетить наш веб-сайт <http://www.european-accreditation.org>.

Дата утверждения: ноябрь 2003 года

Дата внедрения: ноябрь 2004 года

Переходный период: 1 год

СОДЕРЖАНИЕ

ЦЕЛЬ.....	1
СОДЕРЖАНИЕ	3
1 ВВЕДЕНИЕ.....	4
2 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	5
3 ПОЛИТИКА	5
4 КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ GUM.....	6
5 РУКОВОДСТВО ПО ИЗМЕРЕНИЯМ И КОЛИЧЕСТВЕННЫМ ИСПЫТАНИЯМ	8
5.1 Требования.....	8
5.2 Характерные трудности оценки неопределенности в испытаниях	9
6 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВАЛИДАЦИИ И ДАННЫХ О ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ	12
6.1 Источники функциональности метода и данных валидации	12
6.2 Данные, полученные в процессе валидации и проверки метода испытания перед его применением в испытательной среде.....	12
6.3 Межлабораторные исследования функциональности методов испытаний в соответствии с ИСО 5725 или эквивалентными стандартами	14
6.4 Данные по контролю качества испытательного или измерительного процесса	16
6.5 Данные по оценке компетентности	16
6.6 Значимость составляющих неопределенности	17
6.7 Использование данных предварительных исследований	18
7 ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ	18
8 ПОШАГОВОЕ ВНЕДРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ	21
9 ПРЕИМУЩЕСТВА ОЦЕНКИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ	22
10 ССЫЛКИ.....	22
11 БИБЛИОГРАФИЯ	23
12 ПРИЛОЖЕНИЕ.....	24
Приложение: Алфавитный список документов	25

1 ВВЕДЕНИЕ

Руководство по выражению определенности в измерениях (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement - GUM) [1] признано EA в качестве основного документа по неопределенности измерений. Следовательно, соответствие GUM, как правило, требуется при оценке неопределенности измерений в любой области применения, связанной с деятельностью EA.

Как правило, GUM также применяется в испытаниях, хотя имеют место существенные различия между процедурами измерений и испытаний. Характер некоторых процедур испытания может вызвать трудности при непосредственном применении GUM. В Разделе 6 приведено руководство по действиям, необходимым в данных случаях.

По мере возможности, от аккредитованных испытательных лабораторий требуется указывать неопределенности, связанные с количественными результатами, в соответствии с GUM. Основным требованием GUM является использование модели для оценки неопределенности. Модель должна включать все величины, которые могут вносить существенный вклад в неопределенность, связанную с результатом испытаний. Тем не менее, есть обстоятельства, в которых не требуется усилий по разработке детальной модели. Для таких случаев должно применяться другое руководство, а также прочие методы, основанные, например, на валидации и с применением данных о функциональности метода.

Для обеспечения полного удовлетворения клиентов услугами лаборатории, аккредитованные испытательные лаборатории разработали соответствующие принципы взаимодействия с заказчиками. Клиенты имеют право ожидать, что протоколы испытаний являются правильными, полезными и полными. В зависимости от ситуации клиенты также заинтересованы в аспектах качества, особенно:

- надежность результатов и количественное выражение надежности, т.е., неопределенность
- степень уверенности в выводе о соответствии продукции, который делают на основании результатов испытаний и исходя из расширенной неопределенности.

Прочие параметры качества, такие как повторяемость, промежуточная точность воспроизводимости, истинность, надежность и селективность также имеют важное значение для описания качества метода испытаний.

В данном документе не затрагивает применение неопределенности при оценке соответствия. В целом качество результата испытания не отражает наивысшую или наименьшую неопределенность. В Разделе 2 приведена область применения данного руководства, в Разделе 3 описана политика, разработанная совместно EUROLAB, EURACHEM и EA. Разделы 4, 5 и 6 носят обучающий характер. В Разделе 4 приводится краткое содержание GUM. В Разделе 5 обобщены существующие требования ИСО/МЭК 17025 [7] и стратегия выполнения оценки неопределенности. В нем также рассматриваются некоторые сложности, связанные с оценкой неопределенности при испытаниях. В Разделе 6 поясняется применение валидации, а также данных о функциональности метода для оценки неопределенности при испытаниях. Требования EA по предоставлению результатов измерений приводятся в Разделе 7. Руководство по пошаговому внедрению неопределенности при испытаниях приводится в Разделе 8.

Преимущества разработки методов оценки неопределенности, связанной со значениями, полученными при количественных испытаниях, приводятся в Разделе 9.

2 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данный документ предназначен для обеспечения руководства по оценке неопределенности¹ при количественных испытаниях. Любое испытание, которое включает определение числового значения измеряемой величины или характеристики, называется количественным испытанием. Для оценки неопределенности при калибровке следует обратиться к документу EA-4/02 [11].

3 ПОЛИТИКА

Выдержка из документа ИЛАК-G17:2002 “Понятие концепции неопределенности измерений при испытаниях в контексте применения ИСО/МЭК 17025” [15]:

1. *Представление сведений по неопределенности измерений должно содержать достаточную информацию в целях обеспечения возможности сравнения;*
2. *GUM и ИСО/МЭК 17025 представляют собой основные документы, но при этом могут требоваться специальное толкование для некоторых отраслей;*
3. *На данный момент рассмотрению подлежит только неопределенность измерений при количественных испытаниях. Стратегия обработки результатов, полученных в ходе количественных испытаний, должна быть разработана научным сообществом;*
4. *Основным требованием должна являться либо оценка общей неопределенности, либо идентификация основных компонентов с последующей попыткой оценить их размер, а также размер комбинированной неопределенности;*
5. *Основанием для оценки неопределенности измерения является использованием существующих экспериментальных данных (диаграммы/карты контроля качества, валидация, циклические/круговые испытания, проверки квалификации (proficiency testing), сертифицированные стандартные образцы, руководства и пр.);*
6. *При использовании стандартного метода испытаний имеют место три случая:*
 - *при использовании стандартизованного метода испытаний, который содержит руководство по оценке неопределенности, от испытательных лабораторий не требуется ничего больше, как следовать процедуре оценки неопределенности, приведенной в стандарте²;*
 - *если стандарт содержит типичную неопределенность измерений для результатов испытаний, то лабораториям разрешается указывать данную цифру, если они могут продемонстрировать полное соблюдение метода испытаний;*
 - *если стандарт имплицитно включает неопределенность измерений в результаты испытаний, то дополнительные действия не требуются².*

От испытательных лабораторий не ожидают ничего более, как учет и применение связанной с неопределенностью информации из стандарта, т.е., указать соответствующее значение либо выполнить соответствующую процедуру по оценке

¹ Термин «оценка» (*evaluation*) используется вместо термина «вычисление оценки» (*estimation*). Термин «оценка» (*evaluation*) является более общим и применяется при различных подходах к неопределенности. Данный выбор также обеспечивает соответствие словарю, который используется в GUM

² Лаборатории должны продемонстрировать полное соблюдение методов испытаний

неопределенности. Стандарты, содержащие методы испытаний, должны анализироваться на предмет оценки неопределенности результатов измерений и пересматриваться по мере необходимости организациями по стандартизации.

7. Требуемая глубина оценки неопределенности может различаться в различных технических областях. Факторы, которые нужно учитывать:

- здравый смысл;
- влияние неопределенности измерения на результат (целесообразность определения неопределенности);
- уместность/целесообразность;
- классификация степени точности в определении неопределенности измерения;

8. В некоторых случаях достаточно предоставить информацию только по воспроизводимости;

9. Когда оценка неопределенности измерений ограничена, это должно быть четко отражено в отчете по неопределенности;

10. Не следует разрабатывать новые руководства при наличии практических и годных к применению предыдущих руководств.

4 КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ GUM

Руководство GUM основано на устоявшейся теории и представляет последовательную и передаваемую оценку неопределенности измерений, а также поддерживает метрологическую прослеживаемость. В следующих абзацах приводится краткая интерпретация основных идей и концепций.

GUM можно разделить на три уровня. Это основные положения, рекомендации и процедуры оценки. Для последовательности требуется принятие основных положений и следование основным рекомендациям. Основная процедура оценки, представленная в GUM – закон распространения неопределенности – применяется к линейным или линеаризованным моделям (см. ниже). Она должна применяться по мере необходимости, поскольку является простой в применении. Тем не менее, в некоторых случаях могут потребоваться более усовершенствованные методы, например, использование более высокого порядка распространения модели или распространения распределения вероятности.

Основные положения в оценке неопределенности:

- знание любых величин, которые влияют на измеряемую величину является в принципе не полным и может выражаться функцией плотности вероятности (probability density function - PDF) для значений, приписываемых величине на основании имеющихся знаний
- ожидаемое значение данной PDF принимается за оптимальную оценку значения величины
- стандартное отклонение PDF рассматривается как стандартная неопределенность, связанная с соответствующей оценкой

- PDF основывается на знании величины, которая может быть получена в результате следующего:
 - повторные измерения – Оценка Типа А
 - научное суждение, основанное на всей доступной информации о возможных изменениях величины – Оценка Типа В.

Данный документ интерпретирует GUM на основании следующего:

- модель сформулирована с целью взаимоотношений входных величин, которые влияют на измеряемую величину
- исправления, включаемые в модель с учетом систематических эффектов; такие исправления важны для достижения прослеживаемости до эталонов (например, сертифицированные стандартные образцы, стандартные процедуры измерений, единицы СИ)
- предоставление результата измерения, который указывает значение и количественное выражение величины результата
- представление, при необходимости, интервала результата измерения, который может включать значительную часть значений, которые можно соотнести с измеряемой величиной. Данный интервал, часто выражаемый расширенной неопределенностью, является удобным количественным выражением качества результата. Расширенная неопределенность часто выражается как кратное стандартное неопределенности. Множитель называется коэффициентом охвата k (см. Раздел 7).

Процедура оценки включает четыре части:

- Определение модели измерения. Поскольку в большинстве своем это самая сложная часть оценки, то рекомендуется использовать причинно-следственную связь отношения, связывающие входные величины с измеряемой величиной
- Применение функции плотности вероятности (probability density function- (PDF) для входных величин и модели с учетом информации о данных величинах. Во многих случаях на практике необходимо указать только ожидаемое значение, а также стандартное отклонение каждой PDF, т.е., оптимальную оценку каждой величины, а также стандартное отклонение, связанное с данной оценкой
- Распространение неопределенности. Основная процедура (закон распределения неопределенности) может применяться к линейным или линеаризованным моделям, но в некоторых случаях имеются ограничения. Рабочая группа Совместного комитета по разработке руководств в метрологии (Joint Committee for Guides in Metrology – JCGM) в настоящее время занимается подготовкой руководства по более общему методу (распространение PDF), который включает закон распространения неопределенности как частный случай
- Указание полного результата измерения посредством предоставления оптимальной оценки значения измеряемой величины, комбинированной стандартной неопределенности, связанной с оценкой и расширенной неопределенностью (Раздел 7).

GUM [1] предоставляет руководство по указанию полного результата измерения в Разделе 7 под названием “Предоставление информации о неопределенности”. Раздел 7 в данном документе следует рекомендациям GUM и предоставляет более детальное руководство. Следует отметить, что GUM допускает использование либо комбинированной стандартной неопределенности $u_c(y)$, либо расширенной неопределенности $U(y)$, т.е. половины ширины интервала с установленным уровнем доверия, в качестве меры неопределенности. Тем не менее, если используется расширенная неопределенность, нужно указать коэффициент охвата k , который равняется значению $U(y)/u_c(y)$.

Для оценки неопределенности, связанной с измеряемой величиной Y нужно знать следующее:

- модель, $Y = f(X_1, \dots, X_N)$,
- оптимальные оценки x_i всех входных величин X_i
- неопределенности $u(x_i)$ и коэффициенты корреляции $r(x_i, x_j)$, связанные с x_i и x_j , а также x_j .

Оптимальная оценка x_i представляет собой ожидаемое значение PDF для X_i , $u(x_i)$ – стандартное отклонение данной PDF, а $r(x_i, x_j)$ – отношение ковариантности между x_i и x_j и является **продуктом** (product) стандартных отклонений.

Чтобы указать расширенную стандартную неопределенность $u_c(y)$, связанную с результатом измерения y , дополнительные знания PDF не требуются. Чтобы указать половину ширины интервала с заявленным уровнем неопределенности, т.е. расширенную неопределенность, необходимо знать PDF. Для этого требуются дополнительные знания, поскольку два параметра, ожидаемое значение и стандартное отклонение, не полностью определяют PDF, за исключением случаев, когда она является PDF Гауссова.

В Разделе 7 приводится руководство по получению расширенной неопределенности в случаях, когда PDF Гауссова не предполагается для измеряемой величины Y .

5 РУКОВОДСТВО ПО ИЗМЕРЕНИЯМ И КОЛИЧЕСТВЕННЫМ ИСПЫТАНИЯМ

5.1 Требования

В принципе стандарт ИСО/МЭК 17025 не включает новые требования, которые касаются неопределенности измерений, но рассматривает данную тему более детально, чем предыдущая версия данного стандарта:

“5.4.6 Оценка неопределенности измерения

5.4.6.1 Калибровочная или испытательная лаборатория, выполняющая калибровки для своих собственных потребностей, должна иметь и применять методiku (procedure) оценивания неопределенности измерений для всех калибровок и видов калибровок.

5.4.6.2 Испытательные лаборатории должны иметь и применять методiku (procedure) оценивания неопределенности измерений. В некоторых случаях природа метода

испытаний может помешать выполнить строгий, метрологически и статистически достоверный расчет неопределенности измерений. В этих случаях лаборатория должна, по крайней мере, попытаться выявить все составляющие неопределенности, выполнить приемлемое оценивание и обеспечить, чтобы форма представления отчета о результатах не производила неправильного впечатления о неопределенности. Приемлемое оценивание должно быть основано на знании характеристик метода, на области измерений, и в нем должны использоваться, например, предыдущий опыт работы и данные по валидации.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Степень строгости, необходимая при оценивании неопределенности измерений, зависит от таких факторов, как:

- требования метода испытаний;
- требования заказчика;
- наличие узких границ (допусков), на которых основываются решения о соответствии техническим условиям.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 В тех случаях, когда широко признанный метод испытаний устанавливает пределы для значений основных источников неопределенности измерения и форму представления расчетных результатов, считается, что лаборатория выполнила требования этого раздела, применив данный метод испытаний и выполнив инструкции по представлению отчета (5.10).

5.4.6.3 При оценивании неопределенности измерения все ее составляющие, которые являются существенными в данной ситуации, должны учитываться с применением соответствующих методов анализа.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 К источникам неопределенности относят, но необязательно ограничиваются только ими, используемые исходные эталоны и стандартные образцы, используемые методы и оборудование, условия окружающей среды, свойства и состояние испытываемого или калибруемого образца, а также квалификацию специалиста, проводящего испытание (калибровку).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 При оценивании неопределенности измерений обычно не учитываются прогнозируемые долговременные характеристики испытываемого и (или) калибруемого образца.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Дополнительная информация изложена в ИСО 5725 и Руководстве по выражению неопределенности в измерениях (см. библиографию)»

5.2 Характерные трудности оценки неопределенности в испытаниях

Термины “результат испытаний” и “результат измерений” соответствуют двум четко определенным концепциям. В метрологии используется термин “измеряемая величина”, как определено в VIM [2, пункт 2.6], а в испытаниях рекомендуется использовать термин “характеристика”, как определено в ИСО 3534-2 [6].

<p>Измеряемая величина (VIM 2.6) Определенное количество, подвергаемое измерению</p> <p>(измеряемая) величина (VIM 1.1) Свойство явления, тела или вещества, которое можно выделить или определить количественно</p>	<p>Характеристика (ИСО 3534) Свойство, которое помогает дифференцировать объекты определенного класса</p>
--	---

Различие между терминологией, используемой в “измерительной” и “испытательной” деятельности более четко наблюдается при сравнении определений двух операций:

<p>Измерение (VIM 2.1) Набор операций с целью определения значения величины</p>	<p>Испытание (Руководство ИСО/МЭК 2 [3]) Техническая операция, которая состоит в определении одной или нескольких характеристик определенного продукта, процесса или услуги в соответствии с установленной процедурой</p>
---	---

Измеряемая величина, как определено в VIM, таким образом, представляет собой частный случай характеристики, как определено в ИСО 3535, в том смысле, что четко определенную характеристику можно рассматривать как определяемую величину. В частности, количественная характеристика представляет собой ‘величину’ в определении VIM, а в течение испытания значение данной величины будет определяться посредством измерения. Отсюда следует, что свойства результатов измерений и результатов количественных испытаний должны быть идентичными. Кроме того, в обоих случаях соответствующее определение измеряемой величины или характеристики имеет важнейшее значение. В настоящем документе термин “соответствующий” означает «достаточно детализированный» и связанный с процессом измерения или испытаний, а также относится к последующему использованию результата.

Тем не менее, существуют значительные различия в практике измерений (что наблюдается при калибровке и испытаниях), и они оказывают влияние на практику оценки неопределенности:

Процесс измерения как правило приводит к получению результата, который в принципе является независимым от метода измерения кроме различных неопределенностей, связанных с различными методами. Например, значения температуры, указанные ртутным термометром и платиновым термометром сопротивления должны быть одинаковыми (в степени, обусловленной их соответствующими неопределенностями), но неопределенность, связанная с предыдущим значением, может быть значительно больше, чем неопределенность, связанная с текущим значением.

Результат испытаний обычно зависит от метода, а также от процедуры, используемой для определения характеристики, иногда в значительной степени. В общем и целом, различные методы испытания могут приводить к различным результатам, поскольку характеристика не обязательно является четко определенной измеряемой величиной.

В *процедурах измерения* окружающие и операционные условия будут либо поддерживаться на стандартизованных значениях, либо измеряться в целях применения корректирующих коэффициентов для выражения результата в терминах

стандартизованных условий. Например, при измерениях размеров температура рабочих элементов будет измеряться в целях корректировки результата с учетом эффектов теплового расширения, а при измерениях газового потока давление и температура будут либо поддерживаться на установленных значениях, либо использоваться как основание для выполнения корректировок.

Методы испытаний зачастую определяются условностями. Данные условности отражают определенные проблемы или цели:

- испытание может представлять реальные условия использования продукта
- испытательные условия зачастую представляют собой компромисс между экстремальными условиями использования
- испытательные условия должны быть легко воспроизводимыми в лаборатории
- индивидуальные испытательные условия должны контролировать вариативность результатов измерений.

Для достижения последней цели определяются номинальное значение, а также допуск для соответствующих условий. Зачастую указывается испытательная температура, например, $38.0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Тем не менее, контролировать можно не все условия. Данный недостаток знаний обуславливает вариативность результатов. Желательной характеристикой метода испытания является контроль данной вариативности.

Для испытаний определен индикатор (например, физическая величина) используется для выражения результатов испытания.

Например, время зажигания зачастую используется в качестве индикатора для испытания на сгораемость. Неопределенность, связанная с измерением времени зажигания, может добавлять вариативность в результаты испытаний. Тем не менее, данный вклад в вариативность как правило уменьшается вследствие воздействия характеристик метода испытаний, а также неконтролируемых условий, хотя данный аспект нуждается в подтверждении.

Испытательные лаборатории должны тщательно исследовать все элементы метода испытаний, а также условия, преобладающие при его применении в целях оценки неопределенности, связанной с результатом испытаний.

В принципе, можно установить математическую модель, описывающую процедуру испытания, как предлагается в GUM. Тем не менее, разработка модели может оказаться невозможной по экономическим или прочим причинам. В подобных случаях можно использовать альтернативные подходы. В частности, основные источники вариативности зачастую можно оценить посредством межлабораторных исследований, как указано в ИСО 5725 [8], где приводятся оценки повторяемости, воспроизводимости, а также (иногда) истинности метода.

Несмотря на различия в вышеприведенной терминологии, в целях настоящего документа результат количественного испытания считается результатом измерения в смысле, используемом в GUM. Важное отличие заключается в том, что комплексная математическая модель, которая описывает все воздействия на измеряемую величину,

скорее всего при испытаниях будет отсутствовать. Таким образом, для оценки неопределенности при испытаниях может потребоваться использование утверждения, а также исследования функциональности метода, как описано в Разделе 6.

6 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВАЛИДАЦИИ И ДАННЫХ О ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

6.1 Источники функциональности метода и данных валидации

Наблюдаемые функциональные характеристики методов испытаний зачастую имеют важное значение при оценке неопределенности, связанной с результатами (Раздел 4). Это особенно характерно, когда результаты зависят от непредсказуемых воздействий, которые лучше всего рассматривать как случайные эффекты, либо в случаях, когда разработка комплексной математической модели нецелесообразна.

Данные о функциональности метода также зачастую включают воздействие нескольких источников неопределенности одновременно, и их использование, соответственно, может значительно упростить процесс оценки неопределенности. Информация о функциональности метода испытаний, как правило, получают из следующих источников:

- данные, полученные в процессе валидации и проверки метода испытания перед его применением в испытательной среде
- межлабораторные исследования в соответствии с ИСО 5725
- данные комплексного контроля качества (с использованием контрольных образцов)
- схемы проверки квалификации как описано в EA-3/04 [10].

В данном разделе приводится общее руководство по применению данных из каждого перечисленного источника.

6.2 Данные, полученные в процессе валидации и проверки метода испытания перед его применением в испытательной среде

6.2.1 На практике соответствие целям методов испытаний, применяемых для стандартных испытаний, зачастую проверяется посредством валидации и проверки метода. Полученные таким образом данные могут предоставить информацию по оценке неопределенности для методов испытаний. Исследования с целью валидации методов количественных испытаний как правило определяют некоторые или все нижеуказанные параметры:

Прецизионность. Исследования в лаборатории позволяют получить прецизионность в условиях повторяемости, а также в промежуточных условиях, в оптимальном случае, с течением времени, при работе различных операторов, а также с использованием различных типов испытуемого объекта. Наблюдаемая прецизионность испытательной процедуры представляет собой важнейший компонент общей неопределенности независимо от того, определяется ли она посредством сочетания индивидуальных изменений либо посредством исследования всего метода в его совокупности.

Отклонение (bias). Отклонение метода испытаний обычно определяется посредством исследования соответствующих стандартных или испытательных образцов. Цель, как правило, заключается в определении и устранении существенного отклонения. В общем неопределенность, связанная с определением отклонением, представляет собой важнейший компонент общей неопределенности.

Линейность. Линейность является важнейшим свойством методов, используемых для выполнения измерений в широком диапазоне значений. Корректировка для существенной нелинейности зачастую выполняется посредством использования нелинейных калибровочных функций. Также эффект можно предотвратить посредством выбора ограниченного рабочего диапазона. Любые оставшиеся отклонения от линейности как правило в достаточной степени учитываются посредством использования данных по общей прецизионности. Если данные отклонения являются незначительными по сравнению с неопределенностями, связанными с калибровкой, то дополнительная оценка неопределенности не требуется.

Возможность определения. Можно установить нижний предел функционирования метода испытаний. Полученное значение непосредственно не связано с оценкой неопределенности. Неопределенность в районе либо в непосредственной близости от данного предела является существенной по сравнению со значением результата, что обуславливает практические сложности при оценке и предоставлении информации по неопределенности. В данном случае рекомендуется делать ссылки на соответствующую документацию по обработке и предоставлению результатов в данном районе [13].

Выборочность и специфичность. Данные термины относятся к способности метода испытаний реагировать на соответствующую измеряемую величину в присутствии интерферирующих воздействий и имеют важнейшее значение при химических испытаниях. Тем не менее, они представляют собой количественные концепции и непосредственно не предоставляют информацию по неопределенности, хотя влияние интерферирующих воздействий можно в принципе использовать при оценке неопределенности [12].

Надежность. Для многих методических разработок и протоколов утверждения требуется, чтобы чувствительность к различным параметрам исследовалась непосредственно. Данные о надежности, следовательно, могут предоставлять информацию о влиянии существенных параметров и имеют важнейшее значение при определении значимости соответствующего влияния [13].

6.2.2 Экспериментальные исследования функциональности метода должны проводиться крайне тщательно. В частности:

- *Репрезентативность* имеет важнейшее значение: По мере возможности, исследования должны проводиться с целью обеспечения реалистичного анализа числа и диапазона влияний, которые имеют место в процессе нормального использования метода, а также охватывают диапазон значений и типов образцов в рамках метода. Оценки прецизионности, охватывающие широкий диапазон источников отклонений, в данном случае также имеют важнейшее значение.
- Если факторы взаимодействуют, то также нужно учитывать эффект данного взаимодействия. Этого можно добиться либо посредством обеспечения случайного выбора из различных уровней взаимодействующих параметров, либо посредством

тщательного систематического проектирования для получения информации о вариантности и ковариантности.

- При проведении исследований общего отклонения крайне важно, чтобы стандартные материалы и значения соответствовали материалам, которые подвергаются стандартным испытаниям.

Тщательное экспериментальное проектирование, таким образом, имеет важнейшее значение для обеспечения учета всех соответствующих факторов, а также их адекватной оценки.

6.2.3 Общие принципы применения утверждения и данных по функциональности к оценке неопределенности сходны с принципами, которые применяются к использованию данных о функциональности (см. выше).

Тем не менее, крайне вероятно, что доступные данные о функциональности будут адекватно охватывать меньшую часть составляющих неопределенности. Соответственно, потребуется проведение дополнительных оценок. Типичная процедура является следующей:

- Составьте список соответствующих источников неопределенности. Обычно целесообразно включить любые измеряемые величины, которые являются постоянными в течение испытаний, а также включить соответствующие термины прецизионности для учета вариативности различных измерений либо всего метода в целом. Диаграмма причин и влияний [13] представляет собой весьма удобный способ суммирования источников неопределенности с представлением того, каким образом они относятся друг к другу, а также с указанием их влияния на неопределенность, связанную с результатом

- Соберите доступные данные о функциональности метода, а также данные о калибровке

- Проверьте, какие источники определенности адекватным образом учтены с использованием доступных данных. Обычно не является необходимым отдельное получение влияний всех составляющих; если несколько влияний вносят свой вклад в общий показатель функциональности, то все данные эффекты можно рассматривать как учтенные. Данные о прецизионности, охватывающие широкий диапазон источников изменений, таким образом имеют особенно важное значение, поскольку они зачастую охватывают множество эффектов одновременно (тем не менее, следует отметить, что только данные по общей прецизионности являются недостаточными за исключением случаев, когда все прочие факторы оценены, и доказано, что ими можно пренебречь)

- Для любых источников неопределенности, которые адекватно не охватываются существующими данными, нужно либо найти дополнительную информацию в литературе, либо получить существующие данные (сертификаты, спецификации оборудования и пр.) либо запланировать эксперименты для получения необходимых дополнительных данных.

6.3 Межлабораторные исследования функциональности методов испытаний в соответствии с ИСО 5725 или эквивалентными стандартами

6.3.1 Межлабораторные исследования в соответствии ИСО 5725 обычно позволяют получить стандартное отклонение для воспроизводимости s_R (как определено в ИСО 3534-1 [5]), а также получить оценку истинности (измеряется как отклонение по отношению к известному стандартному значению). Применение этих данных к оценке неопределенности в испытаниях детально рассматривается в ИСО ТС 21748 [9]. Общие принципы:

- i) Определение соответствия данных о функциональности метода для результатов измерения, полученных в течение определенного измерительного процесса. В разделе 6.2 данного документа приводится детальная информация о требуемых измерениях.
- ii) Определение соответствия данных о функциональности метода для испытуемого объекта посредством идентификации различий в обработке пробы, отборе проб либо ожидаемом уровне отклика между испытуемым объектом лаборатории и испытуемыми объектами, которые испытываются в рамках совместных исследований. Может потребоваться регулировка стандартного отклонения воспроизводимости в целях учета изменений в прецизионности при определенном уровне отклика.
- iii) Идентификация и оценка дополнительных неопределенностей, связанных с факторами, не полностью охватываемыми межлабораторным исследованием (см. 6.3.2).
- iv) Использование принципов GUM для комбинирования всех значительных составляющих неопределенности, включая стандартное отклонение воспроизводимости (отрегулированное при необходимости), любые неопределенности, связанные с лабораторным компонентом отклонения для метода испытаний, а также неопределенности, обусловленные дополнительными влияниями, определенными в пункте iii).

Данные принципы применяются к методам испытаний, которые подвергались межлабораторным исследованиям. Для данных случаев рекомендуется обратиться к ИСО ТС 21748 для получения информации о соответствующей процедуре. Руководство EURACHEM/CITAC [12] также содержит руководство по применению данных межлабораторных исследований в химических испытаниях.

6.3.2 Дополнительные источники (6.3.1 iii)), на которые нужно обратить особое внимание:

- Отбор проб. Совместные исследования изредка включают стадию отбора проб. Если используемый метод включает суботбор проб, либо измеряемая величина представляет собой общее свойство малой пробы, то эффекты отбора проб должны исследоваться, а выявленные влияния должны учитываться
- Предварительная обработка. В большинстве исследований пробы являются гомогенизированными, а также перед распределением могут стабилизироваться. Может потребоваться исследовать и добавить эффекты определенных процедур предварительной обработки, которые применяются внутри лаборатории
- Отклонение метода. Отклонение метода зачастую используется перед или в течение межлабораторных исследований, по мере возможности, посредством сравнения со стандартными методами или образцами. При непосредственном отклонении

используются стандартные неопределенности, связанные со стандартными значениями, а стандартная неопределенность, связанная с оцененным отклонением, является достаточно малой по сравнению со стандартным отклонением воспроизводимости; при этом дополнительный допуск не требуется для неопределенности, связанной с отклонением метода. В противном случае данный допуск потребуется.

- Изменение в условиях. Лаборатории, участвующие в исследованиях, могут стремиться направлять свои результаты в диапазоны, характерные для экспериментальных условий, что приводит к недооценке диапазонов результатов, возможных для метода.

Тем не менее, если данные эффекты исследованы, и доказана их незначительность во всем допустимом диапазоне, то дополнительный допуск не требуется.

- Изменения в типе пробы. Неопределенность, обусловленная пробами со свойствами, выходящими за пределы диапазона, охватываемого исследованием, учитываться не должна.

6.4 Данные по контролю качества испытательного или измерительного процесса

6.4.1 Многие испытательные или измерительные процессы подвергаются контрольным проверкам на основании периодических измерений стабильного или типового испытательного объекта для определения существенных отклонений от нормальной работы. Данные, полученные данным образом в течение продолжительного периода времени, представляют собой ценный источник данных для оценки неопределенности. Стандартное отклонение указанного набора данных предоставляет комбинированную оценку вариативности, обусловленной различными потенциальными источниками изменений. Отсюда следует, что при применении таким же образом, что и применение данных о функциональности метода (см. выше) стандартное отклонение предоставляет основание для оценки неопределенности, которая незамедлительно учитывает большую часть вариативности, для которой в противном случае потребуется оценка на основании прочих эффектов.

6.4.2 Данные контроля качества (Quality control - QC) этого типа как правило не будут включать суб-отбор, эффект различия между испытываемыми объектами, эффекты изменений уровня отклика, а также неоднородность испытываемых объектов. Данные контроля качества соответственно должны применяться крайне аккуратно к сходным материалам с использованием допуска для дополнительных эффектов, которые также могут иметь место.

6.4.3 Точки данных из данных контроля качества, которые дают основание для отклонения результатов измерений и испытаний, а также для корректирующих действий, как правило должны исключаться из набора данных перед расчетом стандартного отклонения.

6.5 Данные по оценке компетентности

6.5.1 Испытания по оценке компетентности предназначены для периодической проверки общей эффективности лаборатории и оптимально подходят для данной цели (EA-3/04 [10] и ссылки в данном документе). Результаты лаборатории, полученные в рамках участия в испытаниях по оценке компетентности могут соответственно использоваться для проверки оцененной неопределенности, поскольку данная неопределенность должна

быть совместима с распространением результатов, полученных данной лабораторией в течение нескольких этапов испытаний по оценке компетентности.

6.5.2 В общем и целом, испытания по оценке компетентности не проводятся достаточно часто для предоставления соответствующих оценок эффективности внедрения метода испытаний отдельной лабораторией. Кроме того, характер испытываемых объектов обычно меняется, и, соответственно, меняется ожидаемый результат. Таким образом, является затруднительным собрать репрезентативные данные для всех четко охарактеризованных испытываемых объектов. Кроме того, многие схемы используют согласованные значения для оценки эффективности лаборатории, что периодически приводит к получению аномальных результатов отдельными лабораториями. Их использование для оценки неопределенности, таким образом, является ограниченным. Тем не менее, в отдельных случаях, когда:

- типы испытываемых объектов, используемые в схеме, соответствуют типам, испытываемым в обычной практике
- назначенные значения на каждой стадии являются прослеживаемыми к соответствующим стандартным значениям;
- неопределенность, связанная с назначенным значением, является малой по сравнению с наблюдаемым распределением результатов, дисперсия различий между предоставленными значениями и назначенными значениями, полученными при повторных испытаниях, предоставляет основу для оценки неопределенности, обусловленной частями процедуры измерений в рамках схемы.

6.5.3 Также следует учитывать систематическое отклонение от прослеживаемых назначенных значений и прочие источники неопределенности (такие, как отмеченные в связи с использованием данных межлабораторных исследований, полученных в соответствии с ИСО 5725).

6.5.4 Общеизвестным является тот факт, что вышеописанный подход является достаточно ограниченным. В последнем руководстве EUROLAB [14] предлагается, чтобы данные испытаний по оценке компетентности применялись более широко при предоставлении первичной оценки неопределенности в некоторых обстоятельствах.

6.6 Значимость составляющих неопределенности

6.6.1 Не все источники неопределенности, идентифицированные в течение оценки неопределенности, будут вносить значительный вклад в комбинированную неопределенность; фактически, на практике данный вклад вносит достаточно малое число источников. Их нужно тщательно исследовать для получения надежной оценки их вкладов. Предварительная оценка вклада каждого компонента или сочетания компонентов в неопределенность, таким образом, должна определяться посредством суждения (при необходимости), и при этом следует обратить внимание на особенно значимые компоненты.

6.6.2 При принятии решения на предмет того, можно ли пренебречь вкладом в неопределенность, следует учитывать следующие моменты:

- Относительные размеры наибольшей и наименьшей составляющей. Например, составляющая, значение которой - одна пятая от максимальной составляющей, будет вносить вклад не более 2% от комбинированной стандартной неопределенности
- Влияние на заявленную неопределенность. Крайне неблагоприятно использовать приблизительные значения, которые материально влияют на заявленную неопределенность либо на интерпретацию результата
- Степень строгости, подтвержденная для оценки неопределенности с учетом требований клиента, нормативных, а также прочих установленных внешних требований, например, в процессе анализа контракта.

6.7 Использование данных предварительных исследований

В целях использования результатов предварительных исследований метода для оценки неопределенности необходимо продемонстрировать действительность применения результатов предварительных исследований. Как правило, сюда включается следующее:

- Демонстрация возможности получения прецизионности, сопоставимой с ранее полученной
- Демонстрация того, что использование данных по отклонению, полученных ранее, подтверждено, обычно посредством определения отклонения на соответствующих стандартных образцах (см. например Руководство ИСО 33 [4]), посредством удовлетворительной эффективности в соответствующих схемах оценки компетентности либо в других межлабораторных сличениях
- Постоянная эффективность в рамках статистического контроля, как показано в результатах регулярного контроля качества, и внедрение эффективных аналитических процедур контроля качества.

В случае соблюдения вышеуказанных условий и использования метода в рамках его области применения, как правило, является приемлемым использовать данные из предварительных исследований (включая исследования с целью утверждения) непосредственно для оценок неопределенности в соответствующей лаборатории).

Для методов, используемых в определенной области применения, когда стадия восстановления показывает, что все идентифицированные источники были включены в исследования с целью утверждения, либо когда вклады из любых остальных источников являются ничтожно малыми, стандартное отклонение для воспроизводимости s_R можно использовать в качестве комбинированной стандартной неопределенности.

В случае наличия любых значительных источников неопределенности, которые не включены в исследования по утверждению, их вклад оценивается отдельно и комбинируется с s_R для получения общей неопределенности.

7 ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ

Количественное испытание всегда приводит к получению значения, которое предпочтительно должно выражаться в единицах СИ. Руководство в данном разделе нужно применять, если также будет заявляться связанная неопределенность (см. ИСО/МЭК 17025 [7]).

7.1 После расчета расширенной неопределенности для установленного уровня доверия (как правило, 95%), результат испытаний y и расширенная неопределенность U должны представляться как $y \pm U$ и сопровождаться заявлением о доверии. Данное положение будет зависеть от характера распределения вероятности - некоторые примеры приводятся ниже.

Все параграфы ниже, которые относятся к уровню доверия 95%, требуют изменения, если необходим другой уровень доверия.

7.1.1 Нормальное распределение

Как правило, целесообразно предположить нормальное распределение с точки зрения предоставления интервала охвата при уровне доверия 95%, когда модель является линейной для входных величин, и применяется одна из трех следующих возможностей:

1. Есть единичный доминирующий вклад в неопределенность, который обусловлен нормальным распределением, а соответствующие степени свободы превышают 30.
2. Три максимальных вклада в неопределенность имеют сопоставимый размер.
3. Три максимальных вклада сопоставимого размера u и эффективные степени свободы (3) превышают 30.

В данных обстоятельствах можно сделать следующее утверждение:

Заявленная расширенная неопределенность основывается на стандартной неопределенности, умноженной на коэффициент охвата $k = 2$, который для нормального распределения предоставляет уровень доверия 95%.

Примечание:

Нормальность НЕ должна предполагаться, если модель измерения является в значительной степени нелинейной в интересующей области, в частности, если неопределенности во входных значениях являются достаточно значительными по сравнению с самими входными значениями. В данных обстоятельствах необходима ссылка на более подробный текст, например, на GUM.

(3) Эффективную степень свободы можно оценить посредством одного из следующих способов:

- использование эффективной степени свободы для единичной доминирующей составляющей
- использование формулы Уэлча-Саттервейта, приведенной в GUM и EA-4/02
- (примерно) посредством использования нескольких степеней свободы для самой крупной составляющей.

7.1.2 t -распределение

t -распределение может предполагаться, если условия для нормальности (см. выше) применяются, но степени свободы составляют менее 30. В данных обстоятельствах можно вывести следующее положение (в котором соответствующие числовые значения заменены на XX и YY):

Заявленная расширенная неопределенность основывается на стандартной неопределенности, умноженной на коэффициент охвата $k = XX$, который для степеней свободы с t -распределением $v_{\text{eff}} = YY$ предоставляет уровень доверия 95%.

7.1.3 Доминирующие (аномальные) составляющие в оценке неопределенности Типа B

Если в неопределенности, связанной с результатом измерения, доминирующее значение имеет составляющая, которая обусловлена входной величиной, которая является аномальной, и данная составляющая настолько велика, что невозможно получить нормальное или t -распределение, когда величина связана с остальными входными величинами, то следует обратить особое внимание на получение коэффициента охвата, который обеспечит уровень доверия примерно 95%. Для дополнительной модели, т.е., когда измеряемая величина может выражаться как линейное сочетание входных величин, PDF для измеряемой величины можно получить посредством распространения PDF для других величин. Даже в данном случае, а также почти всегда, когда модель является нелинейной, необходимые математические расчеты могут вызывать значительные трудности. Практический подход заключается в вынесении предположения, что результирующее распределение будет несколько отличаться по форме от доминирующего компонента.

Во многих случаях для доминирующей аномальной входной величины будет назначено прямоугольное распределение. В данном случае, следовательно, измеряемой величине может быть назначено прямоугольное распределение. Расширенная неопределенность при уровне доверия 95% может быть получена посредством умножения комбинированной неопределенности на $0.95\sqrt{3} = 1.65$. В данных обстоятельствах можно сделать следующее утверждение:

В заявленной расширенной неопределенности доминирует единичный компонент неопределенности, для которого было предположено прямоугольное распределение вероятности. Коэффициент охвата $1.65 (= 0.95\sqrt{3})$, таким образом, использовался в целях обеспечения уровня доверия примерно 95%.

7.2 В целях данного документа термин *приблизительно* интерпретируется как *эффективно либо наиболее практично*.

7.3 Также необходимо сделать ссылку на метод, с помощью которого были рассчитаны неопределенности.

7.4 В некоторых испытательных ситуациях может оказаться невозможным оценить метрологически значимые числовые значения для каждого компонента неопределенности; в данных обстоятельствах представление результатов должно являться абсолютно четким. Например, если неопределенность основывается только на повторяемости без учета других факторов, то это должно четко указываться.

7.5 За исключением случаев, когда неопределенность отбора проб была полностью учтена, также необходимо четко указать, что результат и связанная неопределенность применяются только к испытательной пробе и не применяются к партии, из которой проба была взята.

7.6 Количество десятичных цифр в заявленной неопределенности всегда должно отражать практические возможности измерения. С точки зрения процесса оценки неопределенности крайне редко является целесообразным указывать более двух

значимых цифр. Зачастую достаточно указать одну значимую цифру. По аналогии, числовое значение результата должно округляться таким образом, чтобы последняя десятичная цифра соответствовала последней цифре неопределенности. В обоих случаях можно применять обычные правила округления.

Например, если получен результат 123.456 единиц, а в результате оценки была получена неопределенность 2.27 единиц, то использование двух значимых десятичных цифр приведет к получению округленных значений 123.5 ± 2.3 единиц.

7.7 Результат испытания обычно может выражаться как $y \pm U$. Тем не менее, могут иметь место ситуации, в которых верхние и нижние границы различаются; например, в случаях, когда включаются погрешности косинуса. Если данные различия являются незначительными, то наиболее практичным подходом является представление расширенной неопределенности как \pm большее из двух значений. Тем не менее, в случае существенного различия между верхним и нижним значениями, их нужно оценить и представить по отдельности. Это можно обеспечить, например, посредством определения наикратчайшего интервала охвата при нужном уровне доверия в PDF для измеряемой величины.

Например, для неопределенности +6.5 единиц и -6.7 единиц в практических целях можно просто указать ± 6.7 единиц. Тем не менее, если значения составляли +6.5 и -9.8 единиц, то их нужно разделять, т.е., +6.5 единиц; -9.8 единиц.

8 ПОШАГОВОЕ ВНЕДРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Общепризнанным является тот факт, что знания математического моделирования, а также определения различных факторов влияния как правило различаются в различных областях испытаний.

Данный аспект нужно учитывать при внедрении ИСО/МЭК 17025.

Как правило, от лабораторий нельзя ожидать инициирования научных исследований для оценки неопределенности, связанной с их измерениями и испытаниями. Соответствующие требования органов по аккредитации должны адаптироваться в соответствии с текущим состоянием знаний в соответствующей испытательной области.

Если математическая модель как основание для оценки неопределенности измерений не доступны, то лаборатории могут

- указать величины и параметры, которые должны иметь значительное влияние на неопределенность, а также оценить их составляющую в общей неопределенности
- использовать данные, которые относятся к повторяемости или воспроизводимости, и которые могут быть получены в результате процессов утверждения, внутреннего обеспечения качества или межлабораторных сличений
- сделать ссылку на данные или процедуры, приведенные в соответствующих технических стандартах
- скомбинировать подходы, указанные выше.

Лаборатории должны стремиться проводить оценку неопределенности максимально точно (по мере возможности), принимая во внимание аспекты, перечисленные ниже:

- последние данные, полученные в результате процессов внутреннего обеспечения качества в целях расширения статистической основы для оценки неопределенности измерений
- новые данные, полученные в результате участия в межлабораторных сличений или испытаний по оценке компетентности
- пересмотры соответствующих стандартов
- специализированные документы и руководства по соответствующим испытательным областям.

Как следствие, органы по аккредитации смогут переопределить собственные требования, которые касаются неопределенности измерений, в соответствии с развитием знаний в данной области. С течением времени различия в требованиях для различных секторов, в которых проводится оценка неопределенности, существенно уменьшатся. Тем не менее, лаборатории должны выбрать наиболее соответствующий подход для собственной области и оценивать неопределенность измерений в степени, соответствующей целевому использованию.

9 ПРЕИМУЩЕСТВА ОЦЕНКИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

Существует множество преимуществ, связанных с оценкой неопределенности измерений в испытаниях, хотя данная задача, как правило, требует значительного времени.

- Неопределенность измерений помогает при количественных испытаниях в таких важных моментах, как управление рисками и надежность результатов испытаний
- Заявление о неопределенности измерений может представлять непосредственное преимущество, добавляя дополнительную значимость результату
- Знание количественных влияний отдельных величин на результат испытаний повышает надежность испытательной процедуры. Корректирующие меры могут внедряться более эффективно, что, соответственно, приводит к снижению расходов
- Оценка неопределенности измерений предоставляет отправные точки для оптимизации испытательных процедур посредством более глубокого понимания испытательного процесса
- Клиенты, такие как органы по сертификации продукции, нуждаются в информации о неопределенности, связанной с результатами, при определении соответствия спецификациям
- Стоимость калибровки может быть снижена, если оценка покажет, что определенные влияющие величины не вносят существенную составляющую в неопределенность.

10 ССЫЛКИ

[1] Руководство по выражению неопределенности в измерениях. МБМВ, МЭК, IFCC, ИСО, IUPAC, IUPAP, МОЗМ. Международная организация по стандартизации. Отпечатано в Швейцарии, ISBN 92-67-10188-9, 1 издание, 1993. Исправлено и перепечатано в 1995 году.

[2] Международный словарь общих и базовых терминов в метрологии (VIM) Международная организация по стандартизации, 1993 (в стадии пересмотра)

[3] Руководство ИСО/МЭК 2:1996, Стандартизация и сопутствующая деятельность - Общий словарь

[4] Руководство ИСО 33:2000, Использование сертифицированных стандартных образцов

[5] Руководство ИСО/МЭК 3534-1:1994. Статистика – Словарь и Символы. Часть 1: Вероятность и общие статистические термины

[6] Руководство ИСО/МЭК 3534-2:1994. Статистика – Словарь и Символы. Часть 2: Статистический контроль качества

[7] ИСО/МЭК 17025:1999, Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

[8] ИСО/МЭК 5725: 1994, Точность (истинность и прецизионность) методов и результатов измерений

[9] ИСО/ТС 21748: 2002, - Руководство по использованию оценки повторяемости, воспроизводимости и истинности при оценке неопределенности измерений

[10] EA-3/04, Использование испытаний по оценке компетентности для аккредитации в испытаниях (совместно с EUROLAB и EURACHEM), август 2001 года

[11] Выражение неопределенности измерений в калибровке (включая дополнение 1 и 2 к EA-4/02) (ранее EAL- R2), декабрь 1999 года

[12] Руководство EURACHEM / CITAC CG 4, Количественное определение неопределенности в аналитических измерениях (второе издание) 2000

[13] EURACHEM, Соответствие целям аналитических методов (ISBN 0- 948926-12-0) 1998

[14] EUROLAB, Технический отчет №1/2002, июнь 2002 года.

[15] ILAC G17:2002 “Внедрение концепции неопределенности измерений при испытаниях в связи с применением Стандарта ИСО/МЭК 17025”, Ноябрь 2002 года.

11 БИБЛИОГРАФИЯ

AFNOR FD X 07-021 Метрология и применение статистики - Руководство по оценке и использованию неопределенности в измерениях и результатах испытаний (1999) (Help to the process for the evaluation and the use of the measurement and test result uncertainty) S L R Ellison, V Barwick. Аккредитация и обеспечение качества (1998) 3 101 - 105.

12 ПРИЛОЖЕНИЕ

Список документов (нормативных и прочих, которые уже существуют или еще находятся в стадии подготовки) по неопределенности измерений (документ разработан CEN / WG 122 и Группой EA «неопределенность») подготовлен Берндом Зибертом.

Приложение: Алфавитный список документов

CEAL	Measurement uncertainty for environmental laboratories
CEN 12282	In vitro diagnostic medical devices- Measurement of quantities in samples of biological origin - Description of reference materials
CEN ISO 18153	In vitro diagnostic medical devices- Measurement of quantities in samples of biological origin - Metrological traceability of values for catalytic concentration of enzymes assigned to calibration and control materials.
CEN/ISO 17511	In vitro diagnostic medical devices- Measurement of quantities in samples of biological origin - Metrological traceability of values assigned to calibration and control materials.
CLAS Reference Document 5	General Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of Accredited laboratories' Measurement Results.
DIN (DRAFT) 32646	Chemische Analyse -Erfassungs- und Bestimmungsgrenze als Verfahrenskenn-größen - Ermittlung in einem Ringversuch unter Vergleichs-bedingungen - Begriffe, Bedeutung, Vorgehensweise
DIN 1319 Teil 3 Teil 4	DIN 1319 Teil 3."Auswertung v. Messungen einer einzelnen Messgröße, Messunsicherheit"; DIN 1319 Teil 4 "Behandlung von Unsicherheiten bei der Auswertung von Messungen"
DIN 32645	Chemische Analytik -Nachweis-, Erfassungs- und Bestimmungsgrenze - Ermittlung unter Wiederholbedingungen - Begriffe, Verfahren, Auswertung
DIN 51309	Kalibrierung von Drehmomentmessgeräten für statische Drehmomente (Februar 1998)
DIN 58932-3	Haematology- Determination of the concentration of blood corpuscles- Par 3 Determination of the concentration of erythrocytes; Reference method
DIN 58932-4	Haematology- Determination of the concentration of blood corpuscles- Part 4: Determination of leucocytes; reference method
DKD R 7-1	Kalibrierung elektronischer nichtselbsttätiger Waagen
DKD R 7-1 Blatt 1 bis 3	Kalibrierung elektronischer nichtselbsttätiger Waagen
EA-10/03	Calibration of Pressure Balances (July 1997)
EA-10/04	Uncertainty of Calibration Results in Force Measurement (August 1996)
EA-10/14	EA Guidelines on the Calibration of Static Torque Measuring Devices (June 2000)
EA-4/02	Expression of the uncertainty of measurement in Calibration
EA-4/02 / DKD-3, E1	Angabe der Meßunsicherheit bei Kalibrierungen / Expression of the Uncertainty of Measurements in Calibration
EN 13274-1 to -8	Respiratory protective devices - Methods of test - Parts 1 to 8
EN 550(1984), EN 552 (1984), EN 554(1984), EN ISO 14967 (2000) and EN ISO 14160(1998)	Sterilization of medical devices (CEN/TC 204)
EN 875, EN 876, EN 895, EN 910, EN 1043-1, EN 1043-2, EN 1321, EN 1320,	Destructive testing of welds (CEN/TC 121/SC 5)

PrEN ISO 17641-2, prEN ISO 17641-3	
EN 970, EN 1290, EN 1435, EN 1713, EN 1714	Non-destructive testing of welds (CEN/TC 121/WG 13)
EN ISO 14253-1	Geometrical product specification (GPS). Inspection by measurement of workpieces and measuring equipments. Part 1 : decision rules for proving conformance or non-conformance with specifications.
EN ISO 4259	Petroleum products - Determination and application of precision data in relation to methods of test
EN 12286	In vitro diagnostic medical devices- Measurement of quantities in samples of biological origin - Presumptions of reference measurement procedures.
EN 24185	Measurement of liquid flow in closed conduits - Weighing method (ISO 4185:1980)
EN 29104	Measurement of fluid flow in closed conduits -- Methods of evaluating the performance of electromagnetic flow-meters for
	liquids
EN ISO 2922	Acoustics - Measurement of noise emitted by vessels on inland water ways and harbours
EN ISO 4871	Acoustics - Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment
EN ISO 5167	Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices - Part 1: Orifice plates, nozzles and Venturi tubes inserted in
	circular cross-section conduits running full
EN ISO 6817	Measurement of conductive liquid flow in closed conduits - Methods using electromagnetic flow-meters (ISO 6817:1992)
EN ISO 9300	Measurement of gas flow by means of critical flow Venturi nozzles
EN ISO-8316	Measurement of liquid flow in closed conduits - Method by collection of the liquid in a volumetric tank (ISO 8316:1987)
ENV ISO 13530	Water Quality - Guide to analytical quality control for water analysis (ISO/TR 13530:1997)
EURACHEM	Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement
EUROLAB	EUROLAB Technical Report "Measurement Uncertainty - a collection for beginners"
FD X 07-021	Fundamental standards - Metrology and statistical applications - Aid in the procedure for estimating and using uncertainty in
	measurements and test results (AFNOR)
GUM	Guide to the Expression of uncertainty in measurement
Hanser Verlag	Method for the estimation of uncertainty of hardness testing machines; PC file for the determination
	(NOTE: This is a comprehensive technical book, but not discussed in the context of this inventory.)
ISO TS 14253-2	GPS - Inspection by measurement of workpieces and measuring equipment -- Part 2: Guide to the estimation of uncertainty in
	GPS measurement, in calibration equipment and in product verification

ISO 11200-ISO 11205	Acoustics - Determination of emission sound pressure levels of noise sources (series of standards in 6 parts)
ISO 11453	Statistical interpretation of data - Tests and confidence intervals relating to proportions (1996)
ISO 11843-1	Capability of detection - Part 1: Terms and definitions (1997)
ISO 11843-2	Capability of detection - Part 2: Methodology in the linear calibration case (2000)
ISO 13752	Air quality - Assessment of uncertainty of a measurement method under field conditions using a second method as reference (1998)
ISO 14111	Natural gas - Guidelines for traceability in analysis -
ISO 15195	Clinical Laboratory medicine - Requirements for reference measurement Laboratories
ISO 16269-7	Statistical interpretation of data - Part 7: Median - Estimation and confidence interval (2001)
ISO 3095	Acoustics - Measurement of noise emitted by railbound vehicles.
ISO 3534-1	Statistics - Vocabulary and symbols - Part 1: Probability and general statistical terms (1993)
ISO 3534-2	Statistics - Vocabulary and symbols - Part 2: Statistical quality control (1993)
ISO 3534-3	Statistics - Vocabulary and symbols - Part 3: Design of experiments (1999)
ISO 362	Acoustics - Measurement of noise emitted by accelerating road vehicles -Engineering Method
ISO 3740-3747	Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure (series of standards in 8 parts).
ISO 5479	Statistical interpretation of data - Tests for departure from the normal distribution (1997)
ISO 5725-1	Accuracy (trueness and precision) of measurement method and results - Part 1: General principles and definitions (1994)
ISO 5725-2	Accuracy (trueness and precision) of measurement method and results - Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method (1994)
ISO 5725-3	Accuracy (trueness and precision) of measurement method and results - Part 3: Intermediate measures of the precision of a standard measurement method (1994)
ISO 5725-4	Accuracy (trueness and precision) of measurement method and results - Part 4: Basic method for the determination of the trueness of a standard measurement method (1994)
ISO 5725-5	Accuracy (trueness and precision) of measurement method and results - Part 5: Alternative methods for the determination of the precision of a standard measurement method (1998)
ISO 5725-6	Accuracy (trueness and precision) of measurement method and results - Part 6: Use in practice of accuracy values (1994)
ISO 6142	Gas analysis - Preparation of calibration gas mixtures - Gravimetric method
ISO 6143	Gas analysis - Comparison method for determining and checking the composition of calibration gas mixtures

ISO 6144, ISO 6145-1, ISO/TR 14167, ISO/DIS 14912, etc.	Gas analysis - Volumetric methods and quality aspects (several documents)
ISO 6879	Air quality - Performance characteristics and related concepts for air quality measuring methods (1995)
ISO 6974-1	Natural gas - Determination of composition with defined uncertainty by gas chromatography - Part 1: Guidelines for tailored analysis
ISO 7574-1 to ISO 7574-4	Acoustics - Statistical methods for determining and verifying noise emission values of machinery and equipment (series of standards in 4 parts).....
ISO 8466-1	Water quality - Calibration and evaluation of analytical methods and estimation of performance characteristics - Part 1: Statistical evaluation of the linear calibration function (1990)
ISO 8466-2	Water quality - Calibration and evaluation of analytical methods and estimation of performance characteristics - Part 2: Calibration strategy for non-linear second order calibration functions(1993)
ISO 9169	Air quality - Determination of performance characteristics of a measurement method (1996)
ISO 9614-1 to ISO 9614-3	Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity (series of standards in 3 parts)..
VIM	International vocabulary of basic and general terms in metrology (1993)
ISO CD 7507-1	Petroleum and liquid petroleum products - Calibration of vertical cylindrical tanks - Part 1: Strapping Method
ISO DIS 11222	Air quality - Determination of the uncertainty of the time average of air quality measurements
ISO DIS 14956	Air quality — Evaluation of the suitability of a measurement procedure by comparison with a required measurement uncertainty
ISO TR 10017	Guidance on statistical techniques for ISO 9001:1994 (1999)
ISO TR 13425	Guide for the selection of statistical methods in standardization and specification (1995)
ISO TR 13530	Water quality - Guide to analytical quality control for water analysis (1997)
ISO TR 13843	Water quality - Guidance on validation of microbiological methods (2000)
ISO TR 20461	Bestimmung der Messunsicherheit von Volumenmessungen nach dem geometrischen Verfahren
ISO/TR 5168	Measurement of fluid flow - Evaluation of uncertainties
ISO/TR 7066-1	Assessment of uncertainty in calibration and use of flow measurement devices - Part 1: Linear calibration relationships
M3003 (UKAS)	The expression of uncertainty and confidence in measurement
NEN 3114	Accuracy of measurements - Terms and definitions (1990)
NEN 6303	Vegetable and animal oils and fats - Determination of repeatability and reproducibility of methods of analysis by interlaboratory

	tests (1988, in Dutch)
NEN 7777 Draft	Environment - Performance characteristics of measurement methods (2001 in Dutch)
NEN 7778 Draft	Environment - Equivalency of measurement methods(2001in Dutch)
FD V 03-116	Analyse des produits agricoles et alimentaires. Guide d'application des données météorologiques (AFNOR)
NIST Technical Note 1297	Guidelines for evaluating and expressing uncertainty of NIST measurement results
NKO-PR2.8 (EA-4/02 in Dutch)	Uitdrukken van de meetonzekerheid (vertaling van EAL-R2) (translation in Dutch of EAL-R2)
NPR 2813 (NEN, Netherlands)	Uncertainty of length measurment - Terms, definitions and guidelines
NPR 7779 Draft	Environment - Evaluation of the uncertainty of measurement results (2002 in Dutch)
prEN ISO 15011-1, prEN ISO 15011-2, prEN ISO 15011-3, EN ISO 10882-1, EN ISO 10882-2	Health and safety in welding and allied processes (CEN/TC 121/SC 9)
prEN ISO 8655-1	prEN ISO 8655-1 Piston operated volumetric apparatus - terms prEN ISO 8655-1 Piston operated volumetric apparatus - frarimetric test methods.
prISO 11904-1	Acoustics - Determination of sound immissions from sound sources placed close to the ears - Part 1: Technique using microphones in real ears (MIRE-technique)...
SINAL DT-0002	Guida per la valutazione e la espressione dell'incertezza nelle misurazioni -
SINAL DT-0002/1	Guida per la valutazione e la espressione dell'incertezza nelle misurazioni, esempi applicativi di valutazioni dell'incertezza nelle misurazioni elettriche -
SINAL DT-0002/3	Guida per la valutazione e la espressione dell'incertezza nelle misurazioni, avvertenze per la valutazione dell'incertezza nel campo dell'analisi chimica -
SINAL DT-0002/4	Guida per la valutazione e la espressione dell'incertezza nelle misurazioni, esempi applicativi di valutazione dell'incertezza nelle misurazioni chimiche
SINAL DT-0002/5	Guida per la valutazione e la espressione dell'incertezza nelle misurazioni, esempio applicativo per misurazioni su materiali strutturali
SIT Doc-519	Introduzione ai criteri di valutazione dell'incertezza di misura nelle tarature.
SIT/Tec-003/01	Linea guida per la taratura di bilance -
TELARC Technical Guide Number 5	Precision and Limits of Detection for Analytical Methods
UKAS Publ. ref: LAB12	The Expression of Uncertainty in Testing
VDI 24449-Part 3	Measurement methods test criteria - General method for the determination of the uncertainty of calibratable measurement methods
VDI/VDE 2620 Entwurf	Unsichere Messungen und ihre Wirkung auf das Messergebnis (Dez. 1998)

VDI/VDE 2622, B1 2 Entw	Kalibrieren von Messmitteln für elektrische Größen - Methoden zur Ermittlung der Messunsicherheit (Okt. 1999)
--------------------------------	---