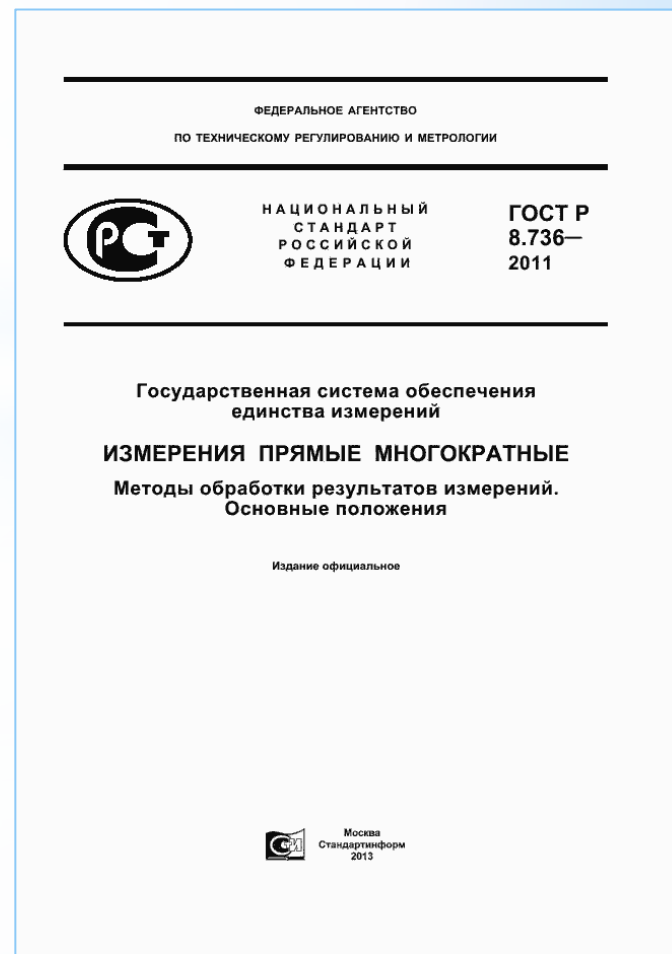
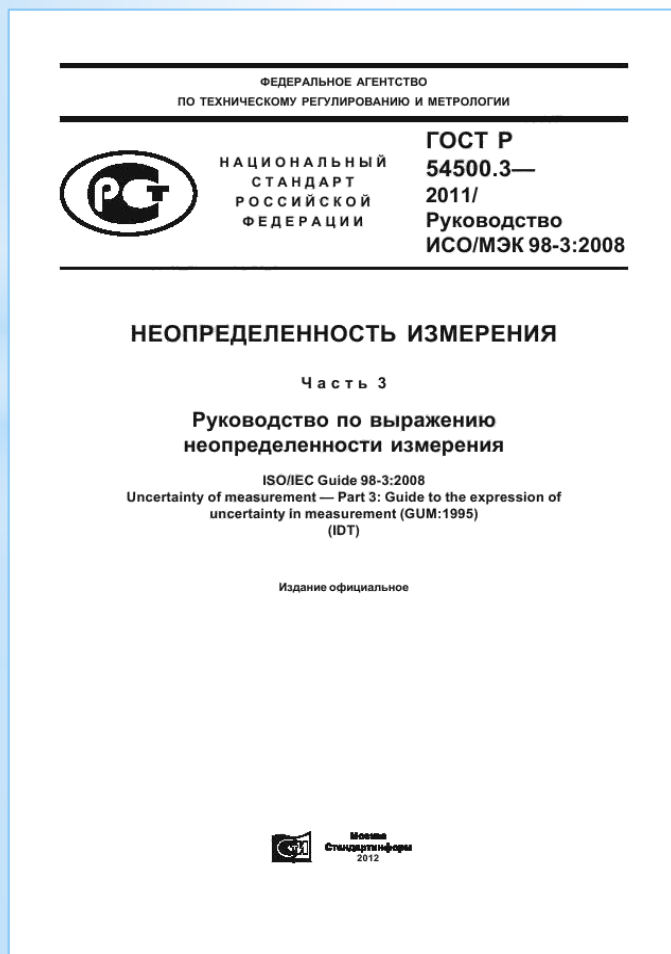


# Развитие нормативной базы в области оценивания точности измерений

Чуновкина А.Г., Бурмистрова Н.А.  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



# Основные нормативные документы в области оценивания точности измерения

1. ГОСТ Р 8.736 – 2011 (ГОСТ 8.207 - 1976) «Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения»
2. Р 50.2.038-2004 ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений
3. МИ 2083-90 ГСИ. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей
4. ГОСТ Р ИСО 5725-4-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1-6
5. РМГ 115-2011 ГСИ. Калибровка средств измерений. Алгоритмы обработки результатов измерений и оценивания неопределенности
6. Р 50.2.028-2003 ГСИ. Алгоритмы построения градуировочных характеристик средств измерений состава веществ и материалов и оценивание их погрешностей (неопределенностей). Оценивание погрешности (неопределенности) линейных градуировочных характеристик при использовании метода наименьших квадратов

# Основные нормативные документы в области оценивания точности измерения

7. ГОСТ Р 54500.1-2011. «Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководства по неопределенности измерения»
8. ГОСТ Р 54500.3-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения» (GUM:1995)
9. ГОСТ 54500.3.1-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008/Дополнение 1:2008 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. Дополнение 1. Трансформирование распределений с использованием метода Монте-Карло»
10. ГОСТ Р 54500.3.2-2013/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008/Дополнение 2:2011 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. Дополнение 2. Обобщение на случай произвольного числа выходных величин»
11. ГОСТ Р ИСО 21748-2012 Статистические методы. Руководство по использованию оценок повторяемости, воспроизводимости и правильности при оценке неопределенности измерений

# РМГ 29-2013 «Основные термины и определения»

## Схема для терминов, связанных с понятием «точность измерений»



# Подходы к «суммированию» систематических и случайных погрешностей измерений

## Апостериорное оценивание Погрешность эталонных измерений

- ▶  $\theta$  – границы систематической погрешности
- ▶  $\varepsilon = t_p \frac{S}{\sqrt{n}}$  – доверительные границы случайной погрешности

*Е.Ф. Долинский, П.П. Кремлевский, К.П. Широков "По поводу заметки "К вопросу об оценке точности стандартных справочных данных" Измерительная техника, 1968 № 11*

## Априорное оценивание Погрешность технических измерений (*погрешность МВИ/СИ*)

- ▶  $\Delta_p$  - доверительные интервалы для погрешности измерений всех результатов, полученных в соответствии с методикой измерений

*Земельман М.А. Метрологические основы технических измерений.: Изд-во стандартов, 1991*

# Что такое неопределенность в измерении?

*Источники неопределенности*

- условия измерений ;
- погрешность оператора;
- разрешающая способность;
- погрешности эталонов, стандартных образцов веществ и материалов;
- неточные значения констант и других параметров;
- аппроксимации и предположения;
- разброс значений повторных наблюдений



*Количественная информация*



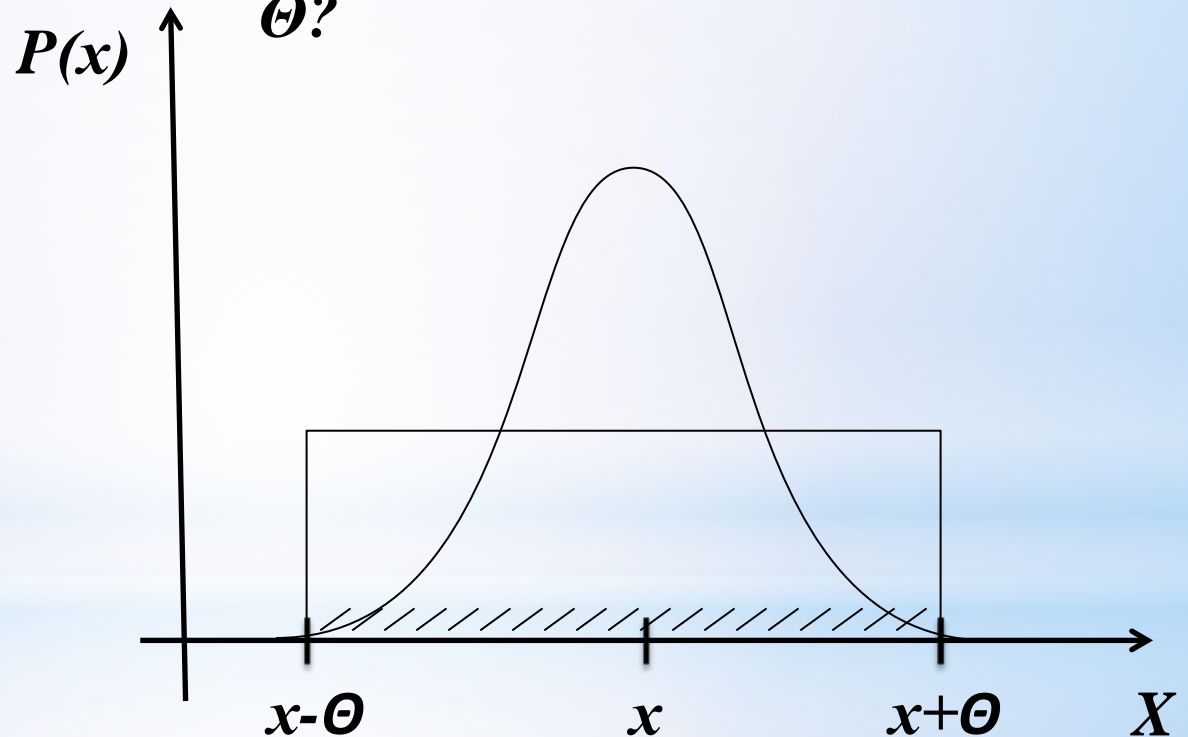
*pdf (X)*



*u (X)*

*Информация?  
 $\Theta$*

*$X \rightarrow pdf(x)$*



# Метод GUM – «закон трансформирования неопределенностей»

$$Y = f(X_1, \dots, X_n)$$

$$x_1, u(X_1)$$

....

$$x_n, u(X_n)$$

$$f(X_1, \dots, X_n) \cong f(x_1, \dots, x_n) + \sum_{i=1}^n \left. \frac{\partial f}{\partial X_i} \right|_{X_i=x_i}$$

$$u^2(Y) = \left( \frac{\partial f}{\partial X_1} \right)^2 u^2(X_1) + \dots + \left( \frac{\partial f}{\partial X_n} \right)^2 u^2(X_n)$$

# Выражение точности измерений.

## РМГ 29-2013 «Метрология. Основные термины и определения»

**Точность измерений** (VIM3) – близость измеренного значения к истинному значению измеряемой величины

**Показатели точности** (РМГ 29) – количественное выражение точности измерений: среднее квадратическое отклонение, доверительные границы погрешности, стандартная неопределенность измерений, суммарная стандартная и расширенная неопределенности

	<b>Показатели точности</b>	<b>Использование</b>
Результат измерения	неопределенность измерений	апостериорная оценка точности измерений
Средство измерений	максимальная допустимая погрешность,....	априорная оценка точности измерений, обычные измерения (с одним наблюдением)
Методика измерений	доверительные границы погрешности, ...	априорная оценка точности оценка точности входит в МИ



# Вычисление неопределенности измерений при калибровке средств измерений

РМГ 115-2011 “Калибровка средств измерений. Алгоритмы обработки результатом измерений и оценивания неопределенности”.

Цели документа:

- ✓ Дать рекомендации по формулированию уравнения измерений в зависимости от метода калибровки
- ✓ Рассмотреть типовые составляющие неопределенности измерений при калибровке и дать правила вычисления составляющих неопределенности в зависимости от имеющейся априорной информации

# РМГ 115-2011 “Калибровка средств измерений. Алгоритмы обработки результатов измерений и оценивания неопределенности”.

## Содержание

1. Область применения
2. Нормативные ссылки
3. Термины, определения, принятые сокращения и символы
4. Основные положения
5. Методы измерений, применяемые при калибровке средств измерений
6. Методика оценивания результата измерений и его неопределенности при калибровке средств измерений
7. Оценивание составляющих неопределенности измерений при калибровке
8. Калибровка мер
9. Калибровка измерительных приборов
10. Дополнительные задачи, решаемые при калибровке

## Библиография

Приложение 1 Калибровка группового рабочего эталона (РЭ) ЭДС 0-го разряда – группы из 10 насыщенных нормальных элементов с номинальным значением 1 В

# Модель измерения/уравнение измерения Калибровка концевой меры

**Измеряемая  
(оцениваемая) величина**

$L$  – длина калибруемой меры

**Измеряем  
непосредственно**

$D$  – разность длин калибруемой и  
эталонной мер

① **Значение  
эталона**

② **Влияющие  
величины**

③ **Поправки**

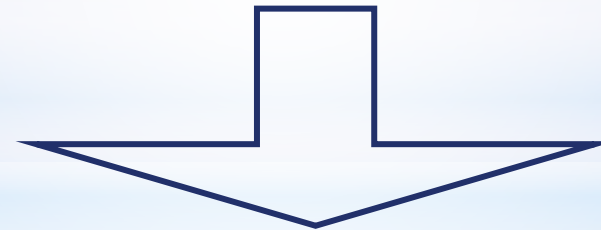
④ **Справочные  
данные**

$L_{ref}$  – длина  
эталонной меры

$\Delta t$  – отклонение  
температуры от  
20°C

$\alpha_{ref} \times \Delta t,$   
 $\alpha \times \Delta t$

$\alpha_{ref}, \alpha$  –  
коэффициенты  
расширения  
эталонной и  
калибруемой мер  
соответственно



$$L = \frac{L_{ref}(1 + \alpha_{ref} \times \Delta t) + D}{1 + \alpha \times \Delta t}$$

# ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009

## Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

### 5.6.2.1.1

Сертификаты о калибровке, выдаваемые этими лабораториями, должны **содержать результаты измерений, включая неопределенность** измерений и/или утверждение о соответствии установленным метрологическим требованиям (см. 5.10.4.2)

№	Показания прибора	Показания эталона	$\Delta$	$u(\Delta)$
1				
2				
⋮				

5.10.4.2..... Если указания о соответствии имеются, неопределенность измерений должна учитываться.

$$\Delta + 2(\Delta) < \Delta_{lim}$$

?

или

$$\begin{cases} \Delta < \Delta_{lim} \\ U(\Delta) = 1/3 \Delta_{lim} \end{cases}$$

# Заключение

- GUM принят как национальный стандарт наравне с нормативными документами, регламентирующими оценивание характеристик погрешности измерений.
- В РМГ 29-2013 введено обещающее понятие "показатели точности«
- Применение результатов калибровки, в частности, использование неопределенности при проверке соответствия МХ СИ установленным требованиям требует соответствующих процедур принятия решений.

РМГ 96-2009 Результаты и характеристики качества измерений. Формы представления

СОOMET R/GM/21:2011 Использование понятий “погрешность измерения” и “неопределенность измерения”. Общие принципы