


**Применение методологии
неопределенности в
автоматизированных системах
поверки, калибровки**




ГОСТ ISO/IEC 17025-2019

7.6.1 **Лаборатории должны определять вклад(ы) в неопределенность измерений.**

При оценивании неопределенности измерений все существенные вклады, в том числе связанные с отбором образцов, должны учитываться с применением соответствующих методов анализа.

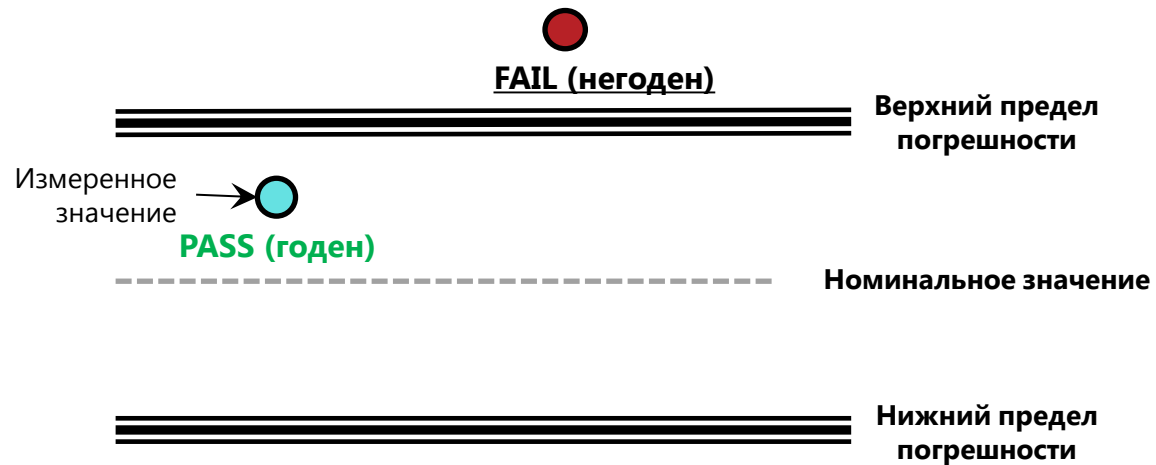
7.6.2 Лаборатория, выполняющая калибровки, в том числе собственного оборудования, **должна оценивать неопределенность измерений для всех калибровок.**

7.6.3 **Лаборатория, выполняющая испытания, должна оценивать неопределенность измерений.** В тех случаях, когда метод испытаний исключает строгую оценку неопределенности измерений, оценивание должно проводиться на основе понимания теоретических принципов или практического опыта выполнения метода.



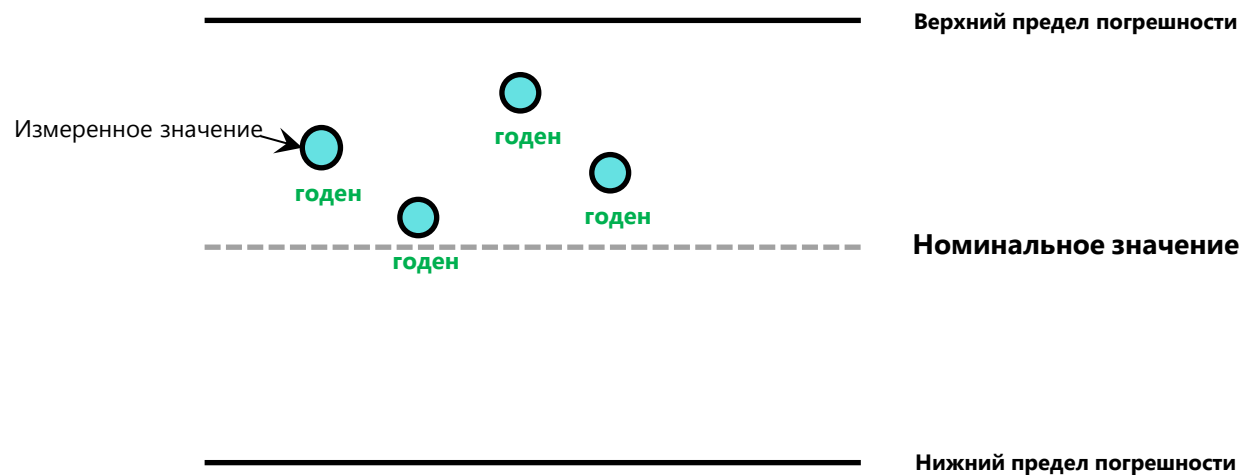


Метрологическое программное обеспечение Fluke Metrology Software



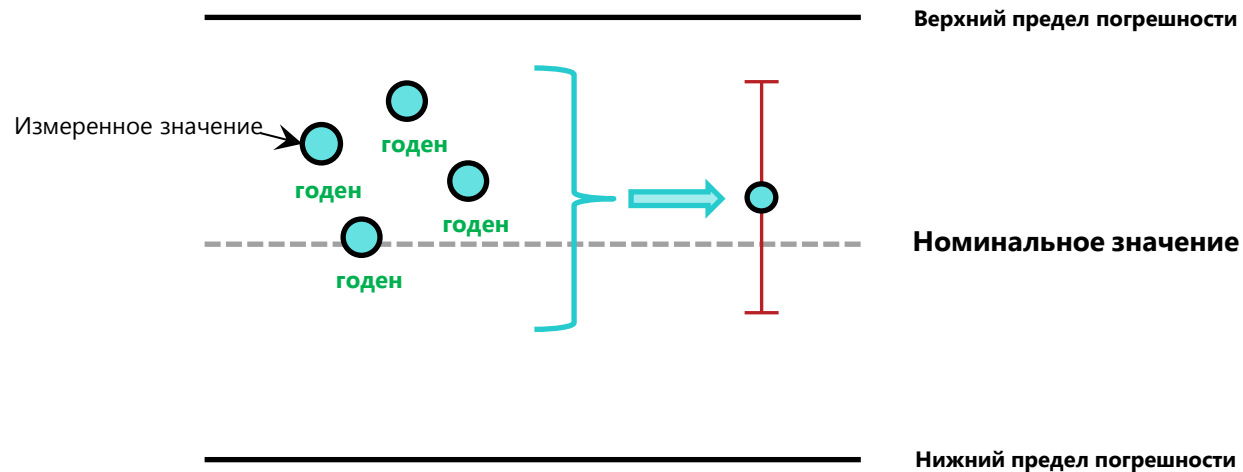
Необходимо проводить несколько измерений каждой точки, что бы
Удостовериться в правильности показаний поверяемого прибора.

Алгоритм измерения



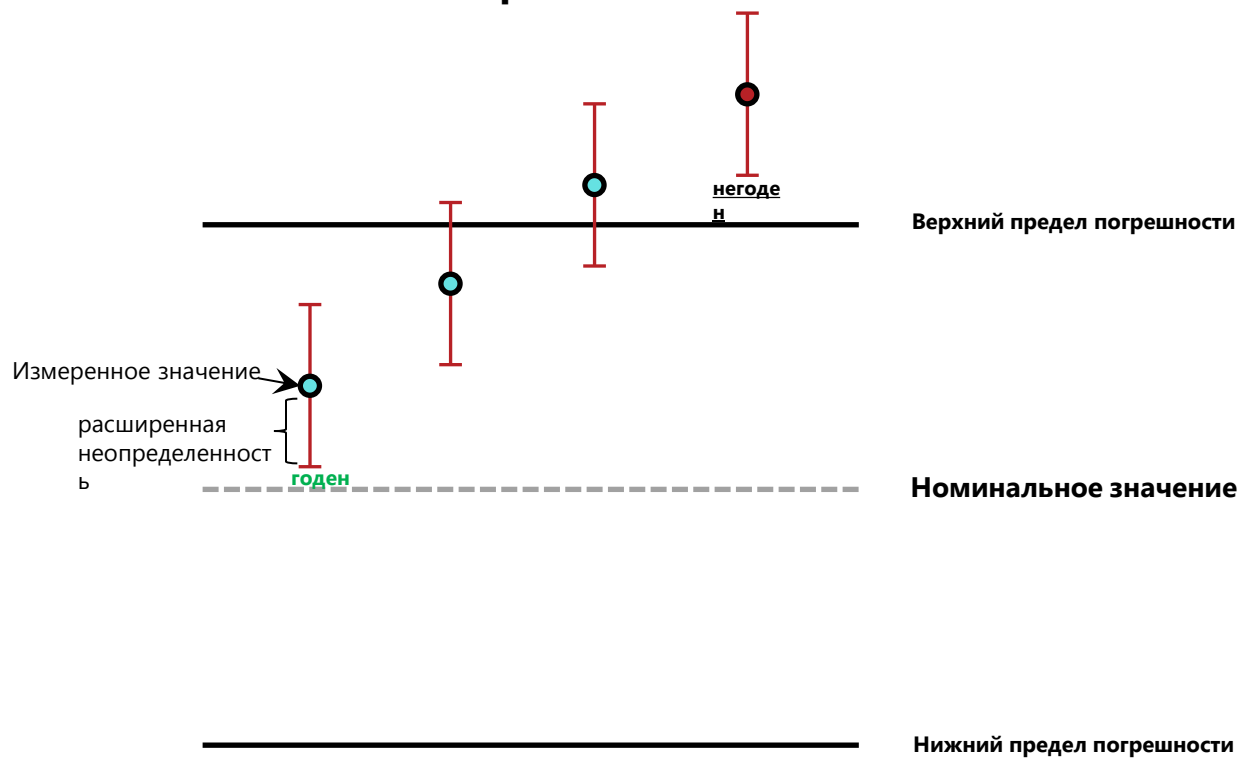
Измеренные значения будут отличаться друг от друга – необходимо оценивать их разброс, который характеризуется среднеквадратическим отклонением.

Алгоритм измерения

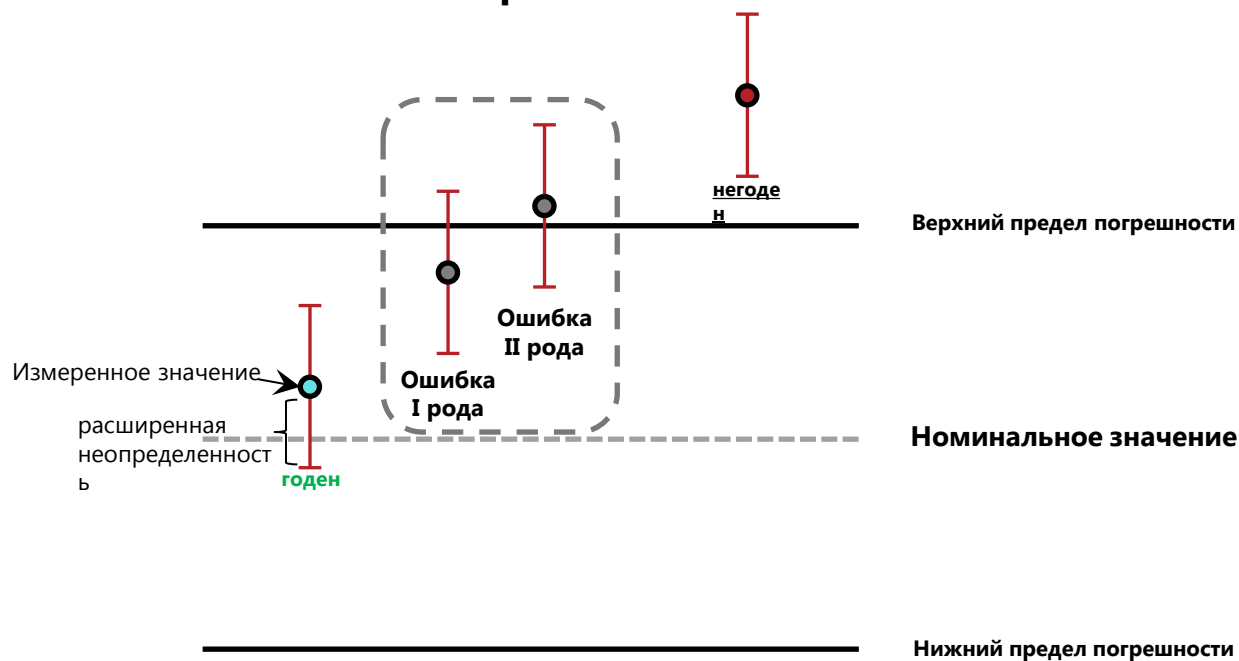


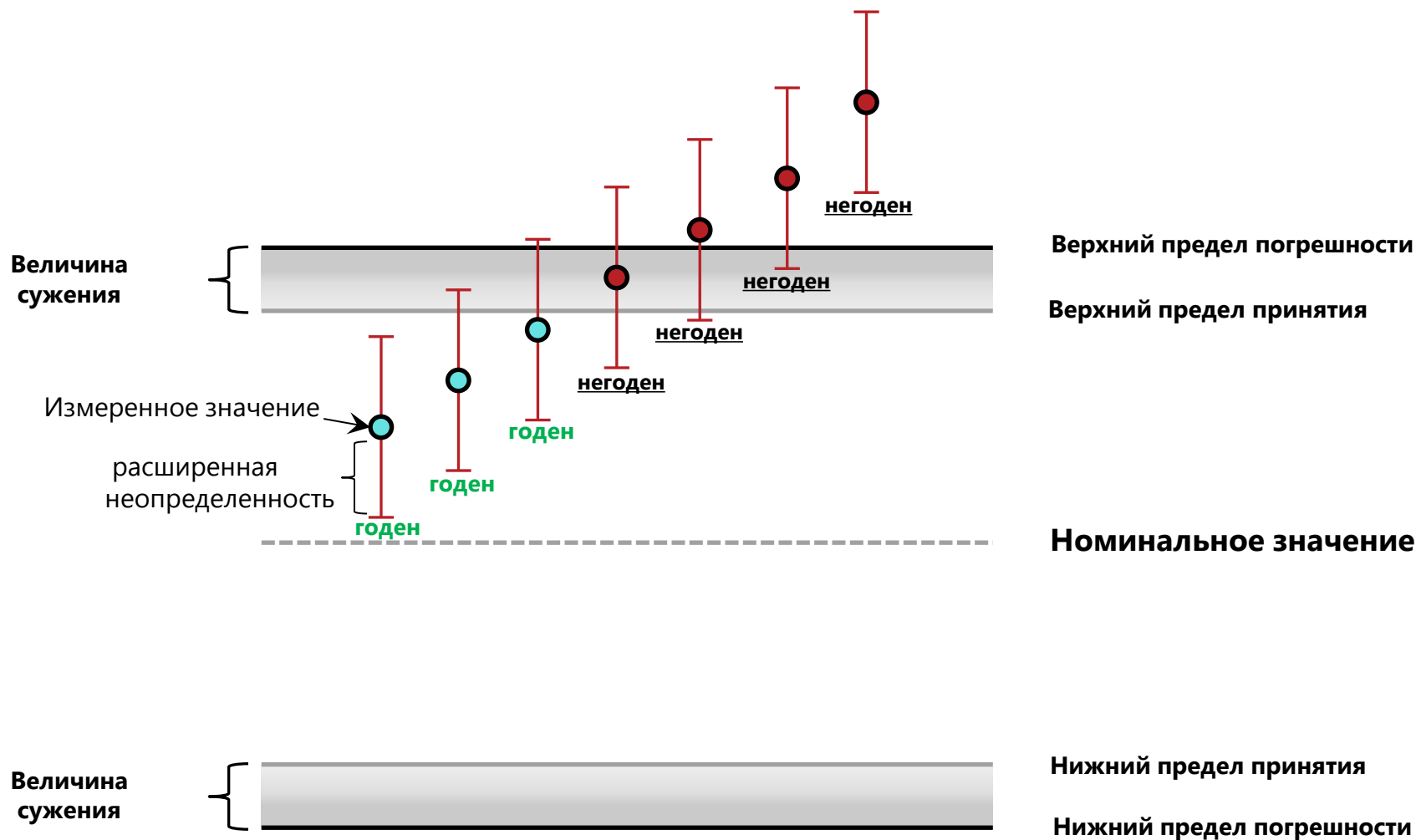
Измеренные значения будут отличаться друг от друга – необходимо оценивать их разброс, который характеризуется среднеквадратическим отклонением.

Возможные варианты событий с учетом неопределенности измерений.



Возможные варианты событий с учетом неопределенности измерений.





Поверяемый предел	Поверяемая точка	Измеренное значение	Максимальное абсолютное погрешности	Результат теста	TUR
Внешний осмотр прибора				годен	
Отработка прибора				годен	
Внутренний тест мультиметра				годен	
Проверка режима измерения постоянного напряжения					
100 мВ	100.00 мВ	99.9990883333 мВ	0.0085 мВ	годен	2.83
100 мВ	-100.00 мВ	-99.9974633333 мВ	0.0085 мВ	годен	2.83
1 В	1.0 В	0.999997336667 В	4.7e-005 В	годен	3.62
1 В	-1.0 В	-0.99999762 В	4.7e-005 В	годен	3.62
10 В	10.0 В	10.000015 В	0.0004 В	годен	2.86
10 В	-10.0 В	-9.9999655 В	0.0004 В	годен	2.86
100 В	100.0 В	100.000246667 В	0.0051 В	годен	2.62
100 В	-100.0 В	-99.9997643333 В	0.0051 В	годен	2.62
1000 В	1000.0 В	999.999863333 В	0.055 В	годен	2.82
1000 В	-1000.0 В	-999.999136667 В	0.055 В	годен	2.82
Проверка режима измерения переменного напряжения					
1 кГц					
100 мВ	10.00 мВ	10.0005283333 мВ	0.046 мВ	годен	6.13
100 мВ	100.00 мВ	99.986484 мВ	0.10 мВ	годен	4.44
50 кГц					
100 мВ	100.00 мВ	99.956193 мВ	0.17 мВ	годен	3.95
1 кГц					
1 В	1.0 В	0.99993453 В	0.0009 В	годен	4.29
50 кГц					
1 В	1.0 В	0.999747606667 В	0.0017 В	годен	4.86
1 кГц					
10 В	10.0 В	9.99909726667 В	0.009 В	годен	4.29
50 кГц					

Расчет неопределенности измерений

$$\text{Standard Uncertainty} = \sqrt{U1^2 + U2^2 + U3^2 + \dots + U10^2}$$

$$U2 = \sqrt{S1^2 + S2^2}$$

$$S1 = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} * F$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

σ – стандартное отклонение
 N – число измерений
 F – коэффициент Стьюдента

$$S2 = \frac{\text{разрешение СИ}}{\sqrt{3}}$$

Доступные методы расчета доверительного интервала

12

- RDS – квадратный корень разности квадратов погрешности прибора и расширенной неопределенности измерения
 - MU – пределы доверительного интервала определяется путем ужесточения лимитов погрешности от расширенной неопределенности измерения
-
- TSR – отношение погрешностей теста
 - TUR – отношение неопределенностей теста (может также называться TAR)
 - NTUR – отношение нормированных (нормализованных) неопределенностей
-
- DIRECT – непосредственное указание значения коэффициента охвата доверительного интервала
-
- OFF – запрет на использование доверительного интервала
-

Расчет неопределенности измерений RSS

Стандартная неопределенность измерений рассчитывается как:

$$\text{Standard Uncertainty} = \sqrt{U1^2 + U2^2 + U3^2 + \dots + U10^2}$$

где $U1, U2, \dots, U10$ – компоненты неопределенности.

$U1$ и $U2$ определяются автоматически.

$U1$ является нормированной точностью эталона.

$U2$ является компонентом неопределенности состоящим из двух частей:

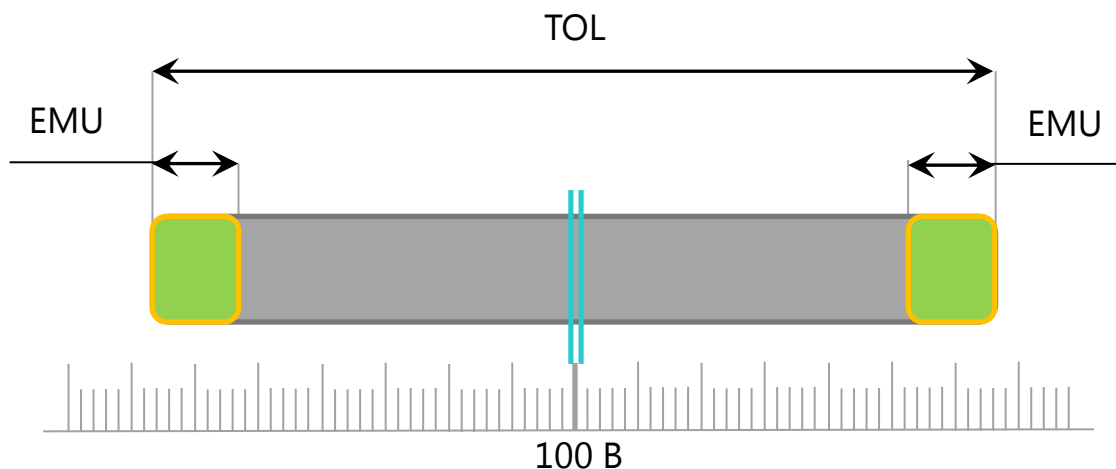
- 1) Разбросом измеренных значений;
- 2) разрешение поверяемого СИ в точке измерений

$U3...U10$ необязательные составляющие неопределенности, которые могут быть непосредственно задаваться автором процедуры поверки. Если они не используются при расчете, то по умолчанию их значение равно нулю и они не влияют на результат вычислений.

Метод расчета RDS

- Tol (tolerance) – погрешность поверяемого СИ
- Emu (expanded measurement uncertainty) – расширенная неопределенность измерений

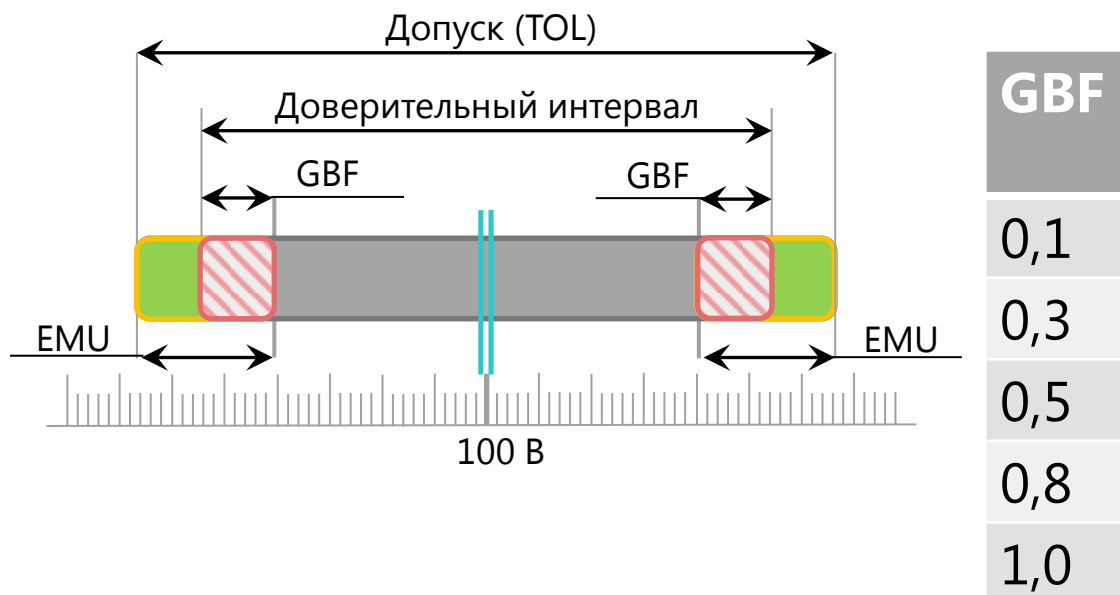
$$RDS = \sqrt{TOL^2 - EMU^2}$$



Метод расчета MU

Пределы доверительного интервала определяется путем ужесточения пределов погрешности (допуска) от расширенной неопределенности измерения (EMU).

Коэффициент доверительного интервала (GBF), может быть использован, чтобы сузить пределы допускаемой погрешности измерения на указанную долю неопределенности измерения.



Метод расчета TSR

В основе метода лежит вычисление отношения погрешности UUT к погрешности эталона.

$$TSR = \frac{\text{Test Tolerance}}{\text{Accuracy of Standard}} = \frac{\text{Точность теста (погрешность СИ)}}{\text{Точность стандарта (погрешность эталона)}}$$

Далее по таблице определяется какой коэффициент охвата доверительного интервала будет выбран в зависимости от вычисленного соотношения характеристик.

Содержание таблицы определяется пользователем.

TSR	GBF
2,0	0,6
3,0	0,8
4,0	1,0

GBF (guardband factor) –
коэффициент охвата
доверительного интервала

Метод расчета TUR

В основе метода лежит вычисление отношения погрешности UUT к расширенной неопределенностью измерений.

$$TUR = \frac{\text{Test Tolerance}}{\text{Expanded Measurement Uncertainty}} = \frac{\text{Погрешность теста (погрешность СИ)}}{\text{Расширенная неопределенность измерений}}$$

Далее по таблице определяется какой коэффициент охвата доверительного интервала будет выбран в зависимости от вычисленного соотношения характеристик.

Содержание таблицы определяется пользователем.

TUR	GBF
2,0	0,6
3,0	0,8
4,0	1,0

GBF (guardband factor) –
коэффициент охвата
доверительного интервала

Метод расчета NTUR

В основе метода лежит вычисление отношения нормированной погрешности UUT к стандартной неопределенности измерения.

$$NTUR = \frac{\text{Нормированная погрешность СИ}}{\text{Стандартная неопределенность измерения}}$$

Далее по таблице определяется какой коэффициент охвата доверительного интервала будет выбран в зависимости от вычисленного соотношения характеристик.

Содержание таблицы определяется пользователем.

NTU R	GBF
2,0	0,6
3,0	0,8
4,0	1,0

GBF (guardband factor) –
коэффициент охвата
доверительного интервала

Graphical Results Report #1

Test # 2

Asset: 1
Cal Date: 10/7/2010

Calibration Standard

MEMCX

Numeric

Test Description

1.0000 A

System Actual

1.00000 A

@System Actual (String)





UUT

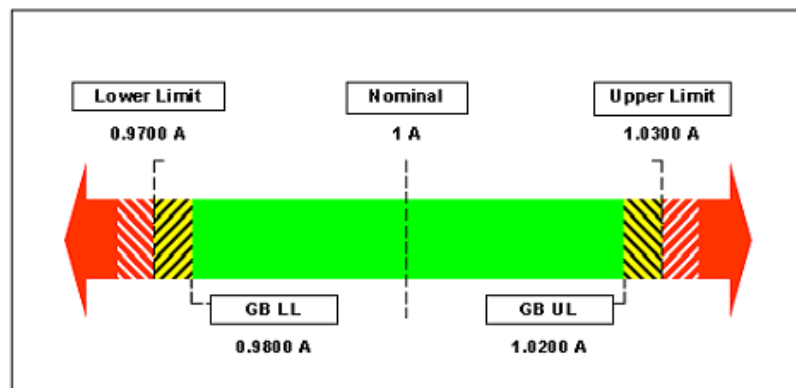
UUT Indicated

0.950025 A

Cardinal Point: 1.0000 A
Nominal: 1 A
System Actual: 1.00000 A
System Accuracy: $\pm 1.0e-002$ A
System Uncertainty

Expected Value: 1 A
Measurement: 0.950025 A
UUT Indicated: 0.950025 A
Deviation: -0.04998 A
Relative Error: -4.9975 %
% of Tolerance: 167 %

Pass =  Indeterminate Pass = 
Fail =  Indeterminate Fail = 



General Information

Test Step: 0001-012
Test Step 2: 0001
Status: **Fail**
Condition: **Notify User**
FSC: MEM CX
Result_type: Numeric
Standard is: Sourcing
Temperature: 23.21 °C
Humidity: 44 %

Quality

Standard Uncertainty: 5.0e-003 A
Expanded Uncertainty: 1.0e-002 A
Coverage Factor: 2.00
Guardband Method: MU
Number of meas.: 4
TUR: 3.00
U1: 5.0e-003 A
U2: 3.0e-005 A

Limits

Test Limits: 0.9700 A to 1.0300 A
Guardband Limits: 0.9800 A to 1.0200 A
Positive Test Limit: 0.03000 A
Negative Test Limit: 0.03000 A

JCGM 106 2012 Оценивание данных измерений - Роль неопределенности измерений при оценке соответствия

JCGM 106:2012

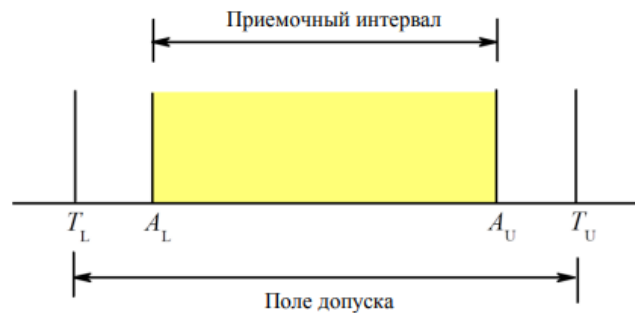


Рисунок 1 – Двойная оценка соответствия, когда решения основываются на измеренных значениях величины. Истинное значение измеряемого свойства (измеряемой величины) объекта должно лежать в пределах поля допуска, задаваемого границами (T_L , T_U). Объект признается годным, если измеренное значение свойства лежит в интервале, ограниченном приемочными границами (см. 3.3.8) (A_L , A_U), в противном случае он бракуется.



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР**

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

ОММЕТРЫ ЦИФРОВЫЕ

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

ГОСТ 8.366–79

Издание официальное

1.2. Соотношение пределов основной допускаемой погрешности образцового и поверяемого средств измерений должно соответствовать ГОСТ 8.028—75. В зависимости от выбранного соотношения пределов основной допускаемой погрешности образцового $\Delta_{о.д.}$

Стр. 4 ГОСТ 8.366—79

TUR	GBF
2,0	0,6
3,0	0,8
4,0	1,0

и поверяемого $\Delta_{п.д.}$ средств измерений и максимальной допускаемой вероятности необнаружения ошибки поверки $P_{н.мах}$ значение при поверке должно быть уменьшено в γ раз, где γ — коэффициент, определяемый по табл. 2.

Таблица 2

$\Delta_{о.д.}$ $\Delta_{п.д.}$	γ					
	при $P_{н.мах}$					
	0	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
1/10	0,90	0,94	0,95	0,95	0,96	0,97
1/5	0,80	0,88	0,89	0,91	0,93	0,94
1/4	0,75	0,85	0,87	0,89	0,91	0,92
1/3	0,67	0,80	0,82	0,85	0,88	0,90
1/2,5	0,60	0,75	0,79	0,82	0,85	0,88
1/2	0,50	0,69	0,74	0,78	0,81	0,85

Пример. Образцовая мера сопротивления имеет предел допускаемой погрешности в 3 раза меньше, чем предел допускаемой погрешности поверяемого омметра. Необходимо обеспечить значение вероятности $P_{н.мах}$ не более 0,15. По табл. 2 определяем $\gamma=0,82$.

Следовательно, при поверке бракуют все омметры, у которых $|\Delta| > 0,82|\Delta_{п.д.}|$, где Δ — погрешность омметра, определенная при поверке.

← → × metlabs.ru

METLAB

METLAB 2.0

Современное решение для автоматизации измерений.
Поверка стала проще и выгоднее.

Узнать больше



Спасибо за внимание!

Санкт-Петербург

ул. Рентгена, д. 5Б

Тел./факс (812) 702-12-66

Москва

г. Москва, ул.

Новослободская д.31 стр.2

Тел./факс 8 (800) 200-02-66

www.dipaul.ru info@dipaul.ru