

Санкт – Петербургский государственный университет  
аэрокосмического приборостроения



Факультет Военного Образования  
Кафедра метрологии  
ВУС 670200

“Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники”

Организация метрологического обеспечения в ВВС

**Тема № 7: «Методы обеспечения метрологической  
исправности средств измерений»**

**ЗАНЯТИЕ №6: «ПОВЕРКА СРЕДСТВ  
ИЗМЕРЕНИЙ ПО СОКРАЩЕННОЙ ПРОГРАММЕ  
(РЕШЕНИЕ ПРИМЕРОВ)»**



# ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:

---

1. Получить практические навыки в расчете поверяемых отметок по сокращенной программе поверки широкодиапазонных средств измерений
2. Получить практические навыки в определении основного предела измерений и расчете поверяемых отметок многопредельных средств измерений

# **ВОПРОСЫ:**

---

- 1. Определение поверяемых отметок широкодиапазонных средств измерений**
- 2. Определение сокращенной программы поверки многопредельных средств измерений**

Для удобства рассмотрения руководящие и нормативно-методические документы Министерства обороны РФ сведены в нижерасположенную таблицу.

№	Наименование документа
1	Руководство по метрологическому обеспечению ВС РФ (Введено приказом МО РФ от 17 мая . № 245, пункт 88)
2	Руководство о порядке проведения метрологической экспертизы образцов ВВТ (Введено приказом МО РФ от 31 мая . № 230, таблица 1, пункт 7)
3	Типовые методики метрологической экспертизы образцов и комплексов ВВТ, Книга 4 «Методика оценки качества средств и систем измерений и контроля». М.ВИ. 1986. – 64 с.
4	Перечень средств измерений, подлежащих периодической поверке в ВВС (Введен приказом ГК ВВС 2001 года №165).

## ОЦЕНКА ВКЛЮЧАЕТ:

---

- ❖ оценку возможности введения сокращенного объема поверки СИ;
- ❖ оценку правильности введения сокращенного объема поверки для широкодиапазонных СИ, многопредельных СИ, многоцелевых (комбинированных) СИ.

# СОКРАЩЕННАЯ ПРОГРАММА ПОВЕРКИ ВВОДИТСЯ:

---

- на средства измерений разрабатываемых образцов ВВТ – отдельными разделами в инструкциях по эксплуатации соответствующих образцов ВВТ;
- на средства измерений эксплуатируемых образцов ВВТ – методическими указаниями (перечнями), разрабатываемыми в установленном порядке.

**Сокращенная программа поверки представляется (в методических указаниях или инструкциях по эксплуатации) в виде таблицы, составленной по одной из форм приложения 10 (табл. 1 или 2).**

Таблица 1

№ пп	Названи е и тип СИ	Место установк и (назнач.)	НТД по поверке СИ	Сокращенная программа поверки		
				Поверяем ые МХ	Поверяем ые пределы измерени й	Поверяем ые отметки
1	2	3	4	5	6	7

Таблица 2

№ пп	Названи е и тип СИ	Место установк и (назнач.)	НТД по поверке СИ	Сокращенная программа поверки		
				Исключае мые из НТД пункты по поверке	Исключа емые из поверки МХ	Исключа емые из поверки пределы измерений
1	2	3	4	5	6	7

# 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВЕРЯЕМЫХ ОТМЕТОК ШИРОКОДИАПАЗОННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

## *Определение программы СП ШД СИ группы «а»* Пример 1.

Контролируется номинальное значение напряжения 110 В.

### Исходные данные для расчета

ПАРАМЕТР	СИ
$N = 110 \text{ В}$	Вольтметр М2044
$\delta_{ИВ} = +1,5 \text{ В}$	КТ = 0,2
$\delta_{ИН} = -2,0 \text{ В}$	Шкала 0 -150 В
$\sigma_{ТЕХ}(\text{СКО}) = 0,66 \text{ В}$	

В таблице  $\delta_{ИВ(ИН)}$  – допускаемое верхнее (нижнее) отклонение от номинала;  
 $\sigma_{ТЕХ}(\text{СКО})$  – среднее квадратическое отклонение контролируемого параметра.  
Закон распределения отклонений контролируемого параметра - гауссовский.

# ОПРЕДЕЛИТЬ ПОВЕРЯЕМЫЕ ОТМЕТКИ ШКАЛЫ ДАННОГО ВОЛЬТМЕТРА ПО СОКРАЩЕННОЙ ПРОГРАММЕ.

Решение:

## 1. Определение значений $A_H$ и $A_B$

$$A_H = N - (|\delta_{ин}| + 3\sigma_{ТЕХ}) = 110 - (2,0 + 3 * 0,66) = 106 \text{ В.}$$

$$A_B = N + (|\delta_{ив}| + 3\sigma_{ТЕХ}) = 110 + (1,5 + 3 * 0,66) = 113,5 \text{ В.}$$

В качестве первой поверяемой отметки назначается отметка  $A_{п} = 110\text{В}$ , расположенная между границами  $A_H$  и  $A_B$ .

2. В соответствии с правилами, **ближайшими к  $A_H$  и  $A_B$** , **поверяемыми отметками** будут: нижняя поверяемая  $A_{нп} = 100$  В, и верхняя поверяемая  $A_{вп} = 120$  В, между которыми находится первая поверяемая отметка 110 В.

3. **Проверка целесообразности включения** в число поверяемых отметок отметку шкалы  $A_{нп} = 100 \text{ В}$ .

Для этого используется неравенство:  $(A_{п} - A_H) > (A_{п} - A_{нп})/3$ ;  
 $(110 - 106) > (110 - 100)/3$ .

Поскольку  $4 > 3,3$  неравенство выполняется и отметка  $A_{нп} = 100 \text{ В}$  включается в число поверяемых.

#### 4. Проверка возможности включения в число поверяемых числовой

отметки шкалы  $A_{\text{ВП}} = 120 \text{ В}$  с использованием неравенства:

$$(A_{\text{В}} - A_{\text{П}}) > (A_{\text{ВП}} - A_{\text{П}})/3; (113,5 - 110) > (120 - 110)/3.$$

Поскольку  $3,5 > 3,3$  неравенство выполняется и  $A_{\text{ВП}} = 120 \text{ В}$  включается в число поверяемых.

**Вывод:** *Вольтметр типа М2044, применяемый для контроля номинального значения напряжения 110 В, следует поверять по сокращенной программе в числовых отметках шкалы 100, 110 и 120 В вместо 15 числовых отметок по типовой методике полной поверки.*

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОГРАММЫ СОКРАЩЕННОЙ ПОВЕРКИ ИД СИ ГРУППЫ «Б»

## Пример 2.

Используя исходные данные примера 1, определить установленное значение «А», которое не должно превышать измеряемое значение контролируемого параметра  $A \leq 110 \text{ В}$ .

**Решение:**

1. Определение верхней границы « $A_{\text{В}}$ » используемого диапазона измерений.

$$A_{\text{В}} = A + (|\delta_{\text{П}}| + 3\sigma_{\text{ТЕХ}}) = 110 + (1,5 + 3 * 0,66) = 113,5 \text{ В}.$$

2. В диапазон  $(A - A_{\text{В}}) = (110 - 113,5)$  водит отметка 110 В. Принимаем эту отметку за поверяемую  $A_{\text{П}} = 110 \text{ В}$ .

3. Проверяется возможность принятия отметки «120 В» как ближайшей к верхней границе  $A_{\text{В}} = 113,5 \text{ В}$  в качестве дополнительной поверяемой отметки. Для этого используется формула:  $(A_{\text{В}} - A_{\text{П}}) > (A_{\text{ВП}} - A_{\text{П}})/3$ ;  
 $(113,5 - 110) > (120 - 110)/3$ .

Поскольку условие выполняется, то отметка «120» принимается в качестве поверяемой отметки.

**Вывод:** По результатам расчетов поверяемыми точками назначаются:  $A_{\text{П}}=110\text{В}$ ,  $A_{\text{ВП}}=120 \text{ В}$ .

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОГРАММЫ СОКРАЩЕННОЙ ПОВЕРКИ ИД СИ ГРУППЫ «В»

## Пример 3.

Используя исходные данные примера 1, определить установленное значение «А», не менее которого должно быть измеренное значение контролируемого параметра  $A \geq 110 \text{ В}$ .

**Решение:**

1. Определение нижней границы « $A_{\text{н}}$ » используемого диапазона измерений.

$$A_{\text{н}} = A - (|\delta_{\text{н}}| + 3 \sigma_{\text{ТЕХ}}) = 110 + (2 + 3 * 0,66) = 106 \text{ В}.$$

2. В диапазоне (106 – 110) расположена отметка 110 В. Принимаем эту отметку за поверяемую  $A_{\text{п}} = 110 \text{ В}$ .

3. В дополнение к  $A_{\text{п}}$  примем за  $A_{\text{нп}}$  отметку «100 В» как ближайшую к нижней границе диапазона  $A_{\text{н}}$  при условии, если:

$$(A_{\text{п}} - A_{\text{н}}) > (A_{\text{п}} - A_{\text{нп}})/3;$$
$$(110 - 106) > (110 - 100)/3.$$

Поскольку условие выполняется, то отметка «100» принимается в качестве поверяемой отметки.

**Вывод:** По результатам расчетов поверяемыми точками назначаются:

$$A_{\text{п}} = 110 \text{ В}, \quad A_{\text{вп}} = 100 \text{ В}.$$

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОГРАММЫ СОКРАЩЕННОЙ ПОВЕРКИ ИД СИ ГРУППЫ «Г»

## Пример 4.

Исходные данные по примеру 1. Диапазон измерений ограничен отметками  $A_H = 110 \text{ В}$ ,  $A_B = 120 \text{ В}$ .

Решение:

Определение значений границ рабочего диапазона измерений  $A'_H$  и  $A'_B$

$$A'_H = A_H - (|\delta_{ин}| + 3 \sigma_{ТЕХ}) = 110 - (2,0 + 3 * 0,66) = 106 \text{ В.}$$

$$A'_B = A_B + (|\delta_{ив}| + 3 \sigma_{ТЕХ}) = 120 + (1,5 + 3 * 0,66) = 123,5 \text{ В.}$$

В диапазон ( $A'_H$  и  $A'_B$ ) входят отметки 110 В и 120 В. Принимаем за  $A''_H = 110 \text{ В}$  и за  $A''_B = 120 \text{ В}$ .

Проверка целесообразности включения в число поверяемых отметок отметку шкалы  $A_{нп} = 100 \text{ В}$ . Для этого используется неравенство:

$$(A''_B - A'_H) > (A''_B - A_{нп})/3;$$
$$(120 - 106) > (120 - 100)/3.$$

Поскольку  $4 > 3,3$ , неравенство выполняется и отметка  $A_{нп} = 100 \text{ В}$  включается в число поверяемых.

Проверка возможности включения в число поверяемых числовой отметки шкалы  $A_{\text{ВП}} = 120 \text{ В}$  с использованием неравенства:

$$(A_{\text{В}} - A_{\text{П}}''') > (A_{\text{ВП}} - A_{\text{П}}'')/3; \quad (123,5 - 120) > (130 - 120)/3.$$

Поскольку  $3,5 > 3,3$ , неравенство выполняется и  $A_{\text{ВП}} = 120 \text{ В}$  включается в число поверяемых.

На основании расчетов в качестве поверяемых отметок для рассматриваемого прибора следует принять  $A_{\text{НП}} = 100 \text{ В}$ ,  $A_{\text{П}}' = 110 \text{ В}$ ,  $A_{\text{П}}'' = 120 \text{ В}$  и  $A_{\text{ВП}} = 130 \text{ В}$ .

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОКРАЩЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПОВЕРКИ МНОГОПРЕДЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

### Пример 1.

Определить объем сокращенной поверки милливольтметра ВЗ-46, имеющего 12 пределов измерений и используемого при эксплуатации только на 5 пределах.

### Решение:

Из инструкции по эксплуатации образца ВВТ, в состав которого входит указанный выше прибор, устанавливаем, что он используется при эксплуатации на пределах (рис. 1):

**Милливольтметр ВЗ-46, число пределов – 12, используется - 5**

<b>Предел. В</b>	<b><math>A_H, В</math></b>	<b><math>A_B, В</math></b>
<b>0 ... 0,03</b>	<b>0,009</b>	<b>0,02</b>
<b>0 ... 0,1</b>	<b>0,04</b>	<b>0,08</b>
<b>0 ... 30</b>	<b>15</b>	<b>20</b>
<b>0 ... 100</b>	<b>50</b>	<b>70</b>
<b>0 ... 300</b>	<b>200</b>	<b>280</b>

2. Определяем граничные значения (нижнее  $A_{\text{н}}$  и верхнее  $A_{\text{в}}$ ), используемых при измерениях диапазонов на каждом из пределов (рис. 1, графы 2 и 3).

Расчет границ производится по рассмотренным выше формулам для СП ШД СИ.

3. По данным граф 1, 2, 3 рис. 1 определяем области использования шкал на каждом из пределов измерений и выбираем максимальную из них:

$$\Delta A_1 = (20 - 9) / 30 = 0,37;$$

$$\Delta A_2 = (80 - 40) / 100 = 0,40;$$

$$\Delta A_3 = (20 - 15) / 30 = 0,17;$$

$$\Delta A_4 = (70 - 50) / 100 = 0,20;$$

$$\Delta A_5 = (280 - 200) / 300 = 0,27.$$

Как следует из выполненных расчетов, максимальная область шкалы составила  $\Delta A_{\text{max}} = 0,40$ .

Это дает основание считать основным пределом измерений данным милливольтметром предел  $0 \dots 100$  мВ.

4. Определяем, применительно к этому пределу, крайние значения отметок шкалы указателя с помощью формул для расчета СП широкодиапазонных СИ. Крайней слева ( $A'_{\text{н}}$ ) на шкале  $0 \dots 100$  мВ будет оцифрованная отметка “3”; крайней справа ( $A_{\text{в}}$ ) – отметка “9”.

Определяем следующий объем сокращенной поверки рассматриваемого милливольтметра ВЗ- 46:

- ❖ - поверку осуществлять только на пяти практически используемых из 12 пределов измерений, а именно: 0 ... 30 мВ; 0 ... 100 мВ; 0 ... 30 В; 0 ... 100 В; 0 ... 300 В;
- ❖ - основной предел измерений 0 ... 100 мВ поверять в диапазоне 30 ... 90 мВ, так как  $A_H$  соответствует 30 мВ, а  $A_B$  - 90 мВ.  
Поверку осуществлять по ГОСТ 8.118-74 «Вольтметры электронные. Методы и средства поверки при высоких частотах», согласно которому поверка на основном пределе осуществляется на числовых (оцифрованных) отметках шкалы. Следовательно, поверяемыми точками на основном пределе измерений будут числовые отметки 3, 4, 5, 6, 7, 8, и 9, соответствующие показаниям прибора 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 мВ;
- ❖ - определить для каждого из остальных практически используемых пределов, кроме основного, ближайшие к верхней граничной точке  $A_B$  отметки.

Таковыми отметками являются:

$$A_{B1} = 20 \text{ мВ};$$

$$A_{B2} = 20 \text{ В};$$

$$A_{B3} = 70 \text{ В};$$

$$A_{B4} = 280 \text{ В}.$$

По данным протокола поверки милливольтметра на основном пределе определяем для каждого практически используемого предела, кроме основного, отметки, соответствующие в диапазоне ( $A_H \dots A_B$ ) отметкам основного предела измерений, имеющие наибольшую по абсолютной величине погрешность измерений.

Результаты определения сводим в таблицу, представленную на рис. 2.

<b>Вторая отметка</b>	
<b>Диапазон, В</b>	<b>Отметка, соответствующая max <math>\Delta</math> осн. предела</b>
<b><math>(9 \dots 20) * 10^{-3}</math></b>	<b><math>16 * 10^{-3}</math></b>
<b>15 ... 20</b>	<b>16</b>
<b>50 ... 70</b>	<b>60</b>
<b>200 ... 280</b>	<b>210</b>

Рис .2