Утвержден
Министерством
Российской Федерации
по связи и информатизации

Введен в действие
информационным письмом
Минсвязи России
от 27 января 2000 г. N 327

Дата введения -
1 февраля 2000 года

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ ОТРАСЛИ

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОВЕРКЕ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЕЙ ТИПА К2223

РД 45.067-99

Предисловие

1. Разработан Московским техническим университетом связи и информатики (МТУСИ).
Внесен Научно-техническим управлением и охраны труда Минсвязи России.
2. Утвержден Минсвязи России.
3. Введен в действие информационным письмом от 27.01.2000 N 327.
4. Введен впервые.

1. Область применения

Настоящий руководящий документ отрасли устанавливает порядок поверки устройств для измерения уровней типа К2223 (фирма Сименс ФРГ).

Требования руководящего документа обязательны для выполнения специалистами метрологической службы отрасли, занимающихся поверкой данного типа средств измерений.

Руководящий документ отрасли разработан с учетом требований РД 50-660, ОСТ 45.143, ОСТ 45.88 и МИ 2526.

2. Нормативные ссылки

В руководящем документе отрасли использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 12.3.019-80. ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.4.011-89. ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

ГОСТ 16263-70. Метрология. Термины и определения.

ОСТ 45.143-99. Отраслевая система обеспечения единства измерений. Методические указания по поверке средств измерений электросвязи. Порядок разработки. Требования к построению, изложению, оформлению и содержанию.

ОСТ 45.88-96. Отраслевая система стандартизации. Порядок разработки руководящих документов отрасли.

РД 50-660-88. ГСИ. Документы на методики поверки средств измерений.

ПР 50.2.012-94. ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений.

МИ 2526-99. Рекомендация. ГСИ. Нормативные документы на методики поверки средств измерений. Основные положения.

3. Определения

В настоящем руководящем документе использованы термины с определениями по ГОСТ 16263.

4. Операции поверки

4.1. Периодическая поверка устройств для измерений уровней типа К2223 проводится 1 раз в год для средств измерений, находящихся в эксплуатации, и 1 раз в 3 года для средств измерений, находящихся на длительном хранении.

4.2. При проведении поверки выполняются операции и определяются метрологические характеристики в последовательности, приведенной в таблице 1.

Таблица 1

Наименование проверяемых параметров	Номер пункта методики	Обязательность поверки параметров	
		первичная	периодическая
1. Определение диапазона частот и погрешности установки частоты передающей части	9.3.1	да	да
2. Определение функциональной возможности дискретной установки частоты заданными шагами	9.3.2	да	да
3. Определение основной погрешности выходного уровня и погрешности делителей передающей части	9.3.3	да	да
4. Определение функциональной возможности блокировки уровня	9.3.4	да	да
5. Определение выходного сопротивления передающей части	9.3.5	да	да
6. Определение основной погрешности измерения уровня приемной части	9.3.6	да	да
7. Определение погрешности делителей приемной части	9.3.7	да	да
8. Определение входного сопротивления приемной части	9.3.8	да	да
9. Определение затухания приемных фильтров 5 кГц, 30 кГц, 200 кГц	9.3.9	да	нет
10. Определение частотной характеристики взвешивающего фильтра	9.3.10	да	да
11. Определение диапазона и погрешности измерения сопротивления	9.3.11	да	нет
12. Определение погрешности измерения затухания несогласованности	9.3.12	да	нет
13. Определение функциональной возможности установки режима свипирования передающей части	9.3.13	да	да

5. Средства поверки

Для проведения поверки применяются средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование и тип средств измерений	Технические характеристики средств поверки	Примечание
1. Измеритель-ный генератор GF-62	200 Гц - 2,1 МГц; $+/- 4 \times 10^{-6}$ f +/- 1 Гц -61 - +1,0 дБн/дБм симметричный, 600 Ом	
2. Измеритель уровня MV-62	200 Гц - 2,1 МГц; $+/- 2 \times 10^{-6}$ f +/- 1 Гц	

	Селективный Широкополосный 300 Гц - 2,1 МГц 200 Гц - 2,1 МГц -130 дБ - +22 дБ -80 дБ - +22 дБ +/- 0,1 дБ +/- 0,1 дБ 600 Ом	
3. Частотомер Ч3-63	Диапазон частот 20 Гц - 1500 МГц -7 Погрешность $5 \times 10^{-7} f$ 0,03 (0,1) - 10 В	
4. Диодный компенсационный вольтметр В3-63	20 Гц - 10 МГц; 10 мВ - 100 В Погрешность (0,05 - 2)% при аттестованном диоде и (0,2 - 8)% при неаттестованном диоде	
5. Магазин затуханий ТТ4108/11	Симметричный, R = 600 Ом Погрешность +/- 0,1 дБ	
6. Осциллограф С1-65	0 - 50 МГц; коэф. отклонения 5 мВ/дел. в полосе 0 - 25 МГц. $R_{вх}$ = 1 МОм, $C_{вх}$ = 30 пФ	
7. Генератор Г3-118	10 Гц...200 кГц, 1,5% 600 Ом, 1 мВ...10 В	
8. Схемы измерения выходного и входного сопротивления	Резисторы с точностью не хуже 1%	Обеспечиваются поверочной лабораторией

Примечания:

1. Вместо указанных в таблице 2 средств измерений допускается применять другие аналогичные средства измерений, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

2. Все средства измерений должны быть поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.

6. Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:	
температура окружающего воздуха, °С	20 +/- 5
относительная влажность воздуха, %	30 - 80
атмосферное давление, кПа	84 - 106 (630 - 795 мм рт. ст.)
питание от сети переменного тока	
напряжением, В	220 +/- 4,4
частотой, Гц	50 +/- 2,5

7. Требования к квалификации поверителя

Поверка устройств для измерения уровней типа К2223 осуществляется физическими лицами аттестованными в качестве поверителей по ПР 50.2.012.

Поверитель должен иметь практические навыки работы с рабочими эталонами и вспомогательными средствами измерения, знать требования эксплуатационной документации на поверяемый прибор.

8. Требования безопасности

При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.019, ГОСТ 12.4.011, а также требования инструкций по технике безопасности на рабочем месте поверителя, утвержденной в установленном (в поверочном органе) порядке.

9. Проведение поверки

9.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого средства измерения следующим требованиям:

- укомплектованность устройства для измерения уровней должна позволять выполнить поверку в полном объеме;
- отсутствие механических повреждений или неисправностей регулировочных и соединительных элементов и других внешних дефектов, влияющих на нормальную работу поверяемого устройства;
- отсутствие внутри устройства посторонних предметов или незакрепленных частей (определяется на слух при наклонах поверяемого средства измерения).

9.2. Проверка функционирования поверяемого средства измерений (опробование)

Подключить питание устройства через адаптер к сети переменного тока или от внутреннего источника тока. Включить устройство, нажав кнопку ON/OFF, расположенную в правом нижнем углу лицевой панели.

Соединить выход передающей части со входом приемной части.

После прогрева в течение 15 минут для самопроверки устройства в основном меню выбрать функцию EXTRA FUNCTION и затем Self-calibration.

Проверить функционирование поверяемого устройства в режиме самопроверки.

9.3. Определение метрологических параметров

9.3.1. Определение диапазона частот и погрешности установки частоты передающей части установки

Диапазон частот проверяется методом прямого измерения частоты электронно-счетным частотомером Ч3-63 на фиксированных частотах 30, 300, 1020, 3400, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000 Гц, а также на частотах 10, 15 и 20 кГц в диапазоне от 30 Гц до 20 кГц, и на частотах, устанавливаемых дискретно через 10 кГц в диапазоне от 20 кГц до 200 кГц. Проверка проводится при выходном уровне 0 дБ, выходном сопротивлении 600 Ом и сопротивлении нагрузки 600 Ом.

Подключить частотомер к выходу передающей части (разъем X) устройства.

Из основного меню выбрать:

MEASUREMENT	(ИЗМЕРЕНИЕ)
Spot frequency	(Шаг частоты)
Circuit 4-wire	(4-х проводная цепь)
Transmitter	(Передатчик)
Level	(Уровень)
Impedance	(Сопротивление).

Каждая следующая страница меню осуществляется вводом "ENTER".

Вид измерения, выходной уровень и сопротивление устанавливаются выбором параметров в меню, используя клавиши со стрелками (/\ | \/ <- ->) и цифровые клавиши передней панели. Ввод параметров и начало измерений осуществляется клавишей "Start-Stop".

Погрешность установки частоты определяется по формуле:

$$\text{ДЕЛЬТА } f = \left(\frac{f_н - f_д}{f_д}\right) \times 100\%,$$

где:

$f_н$ - номинальное значение частоты, Гц

$f_д$ - действительное значение частоты, установленное по показаниям частотомера, Гц

Погрешность установки частоты не должна превышать (0,5% + 5 Гц) в диапазоне частот от 30 Гц до 15 кГц и не должна превышать (2% + 50 Гц) в диапазоне от 20 кГц до 200 кГц.

9.3.2. Определение функциональной возможности дискретной установки частоты дискретными шагами

Определение функциональной возможности дискретной установки частоты осуществляется путем изменения частоты через 5 Гц в диапазоне до 20 кГц (на частотах 1005, 1010, 2005, 2010 Гц) и через 50 Гц в диапазоне до 200 кГц (на частотах 15050, 15100, 150000, 150050 Гц). Проверяется также возможность установки частот 50, 80, 100, 200, 500, 800, 1000, 2000, 3200, 5000, 6000, 8500, 10000 Гц.

Установка параметров и проверка частот аналогична п. 9.3.1.

9.3.3. Определение основной погрешности выходного уровня и погрешности делителей передающей части

Измерение основной погрешности осуществляется методом непосредственного отсчета показаний на выходе передающей части устройства (разъем X) вольтметром В3-63 на частоте 1 кГц. Выход передающей части симметричный, выходное сопротивление 600 Ом, сопротивление нагрузки 600 Ом.

Установить выходной уровень передающей части 0 дБ.

Выходной уровень и сопротивление устанавливаются выбором /\ параметров в меню, используя клавиши со стрелками (| | <- ->) \/ и цифровые клавиши передней панели. Начало измерений осуществляется клавишей "Start-Stop".

Измерить выходной уровень вольтметром В3-63.

Погрешность установки уровня 0 дБ не должна превышать +/- 0,3 дБ.

Измерения для остальных положений аттенюаторов провести, заменив вольтметр В3-63 на измеритель уровня MV-62.

Погрешность делителей во всем диапазоне уровней (-55...10 дБ) не должна превышать +/- 0,3 дБ.

Провести измерение погрешности на частоте 20 кГц для диапазона уровней от -40 дБ до 0 дБ. Погрешность не должна превышать +/- 0,6 дБ.

9.3.4. Определение функциональной возможности блокировки уровня

Измерение осуществляется методом непосредственного отсчета показаний на выходе передающей части (разъем X) вольтметром В3-63 на частоте 1 кГц. Выход передающей части симметричный, выходное сопротивление 600 Ом, сопротивление нагрузки 600 Ом.

Установить выходной уровень передающей части 0 дБ.

Выходной уровень и сопротивление устанавливаются выбором /\ параметров в меню, используя клавиши (| | <- ->) и цифровые \/ клавиши передней панели. Начало измерений осуществляется клавишей "Start-Stop".

Измерить выходной уровень вольтметром В3-63.

Заблокировать уровень передающей части клавишей "LEVEL BLOCK".

Вольтметром В3-63 отметить снижение уровня не менее, чем на 20 дБ.

9.3.5. Определение выходного сопротивления передающей части

Измерение осуществляется образцовым вольтметром В3-63 при выходном уровне 0 дБ на симметричном выходе передающей части и выходном сопротивлении 600 Ом. Измерить выходное напряжение передающей части при XX, затем измерить выходное напряжение на согласованной нагрузке. Эти измерения проводить на частоте 4000 Гц.

Определить действительные значения выходного сопротивления по формуле:

$$R_д = R_н \times U1 / (U2 - 1), \text{ Ом},$$

где:

$R_н$ - сопротивление согласованной нагрузки, Ом;

U1 - выходное напряжение при отключенной нагрузке, В;

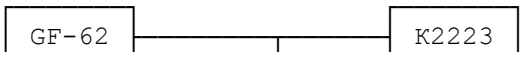
U2 - выходное напряжение при согласованной нагрузке, В.

Провести аналогичные измерения при выходном сопротивлении передающей части установки 150 Ом и 900 Ом.

Погрешность не должна превышать 20%.

9.3.6. Определение основной погрешности измерения уровня приемной части

Измерения осуществляются при измеряемом уровне 0 дБ по схеме, приведенной на рисунке 1.



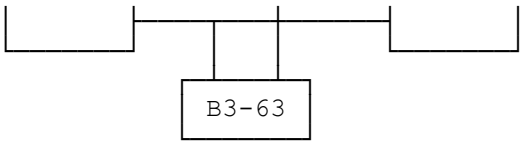


Рисунок 1. Схема измерения основной погрешности
и погрешности делителей приемной части

Подключить генератор к разъему N поверяемого устройства.

Выход генератора симметричный, выходное сопротивление 600 Ом. Установить переключатели в положение "0 дБ", а частоты генератора 1000 Гц, 10 кГц, 100 кГц.

Изменением выходного уровня генератора получить показание "0 дБ" на приемной части устройства.

Для осуществления измерения из основного меню устройства выбрать:

MEASUREMENT	(ИЗМЕРЕНИЕ)
Spot frequency	(Значение частоты)
Circuit 4-wire	(4-х проводная цепь)
Receiver	(Приемник)
Impedance 600 Ом	(Сопротивление)

Измерение на приемной части устройства проводятся с использованием клавиш со стрелками (| /\ | <- ->) \/ и цифровых клавиш передней панели. Изменение диапазона шкалы измерения и нанесение сетки на экран осуществляется клавишами RANGE и GRID. Начало измерений осуществляется клавишей "Start-Stop".

Измерить уровень напряжения Uд, действующий на входе приемной части устройства.

Погрешность измерения уровня 0 дБ определяется по формуле:

$$P = 20 \lg 0{,}775 / U_д.$$

Значение погрешности измерения уровня 0 дБ должно быть не более +/- (0,1 - 0,3) дБ.

9.3.7. Определение погрешности делителей приемной части устройства

Измерения проводятся по схеме, приведенной на рисунке 1. При этом необходимо заменить вольтметр В3-63 на измеритель уровня MV-62, а на выходе генератора GF-62 включить магазин затуханий ТТ4108/11.

Для осуществления измерения из основного меню устройства выбрать:

MEASUREMENT	(ИЗМЕРЕНИЕ)
Spot frequency	(Значение частоты)
Circuit 4-wire	(4-х проводная цепь)
Receiver	(Приемник)
Noise	(Шумы)
Impedance 600 Ом	(Сопротивление)

Измерение на приемной части устройства проводятся с использованием клавиш со стрелками (| /\ | <- ->) \/ и цифровых клавиш передней панели. Изменение диапазона шкалы измерения осуществляется клавишей RANGE. Нанесение сетки на экран осуществляется клавишей GRID. Начало измерений осуществляется клавишей "Start-Stop".

Выход генератора симметричный, выходное сопротивление 600 Ом, частота 1000 Гц. Вход образцового измерителя уровня симметричный, входное сопротивление высокоомное, режим работы широкополосный. Измерить уровень 0 дБ на входе приемной части устройства. Провести измерения во всех положениях входных делителей приемной части устройства, изменяя входной уровень через 1 дБ в пределах от 0 до минус 10 дБ и через 10 дБ в диапазоне от минус 80 до 15 дБ. Погрешность входных делителей приемной части устройства не должна превышать +/- 0,3 дБ. Установить частоту генератора 150 кГц. Измерить погрешность в диапазоне уровней от минус 49 до 10 дБ. Погрешность делителей не должна превышать 0,6 дБ.

9.3.8. Определение входного сопротивления приемной части устройства

Измерение проводится на частоте 4000 Гц по схеме, приведенной на рисунке 2.

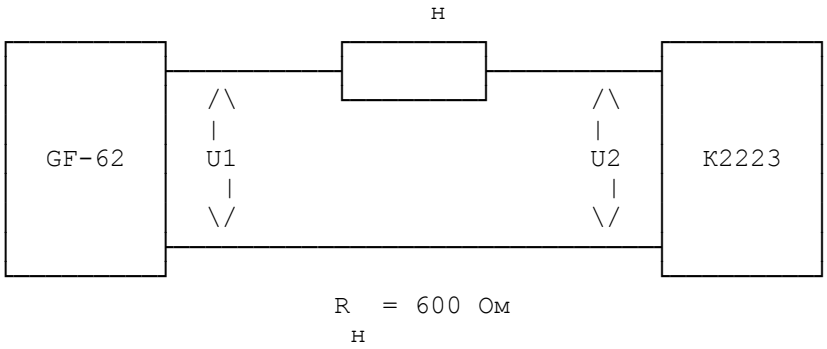


Рисунок 2. Схема измерения входного сопротивления приемной части

Выход генератора несимметричный, выходное сопротивление 0 Ом. Установить выходной уровень генератора 0 дБ. На частоте 4000 Гц провести измерение напряжения (В) U1 и U2 (до и после резистора $R_н = R_{вх}$)

Величину входного сопротивления $R_{вх}$ определяют по формуле:

$$R_{вх} = \frac{R_н \times U2}{U1 - U2}.$$

Допустимое значение погрешности входного сопротивления приемной части устройства должно составлять не более 20%.

9.3.9. Определение затухания приемных фильтров 5 кГц, 30 кГц, 200 кГц

Измерение проводят по схеме, приведенной на рисунке 1, методом непосредственного отсчета показаний приемной части устройства, подключенной к генератору GF-62. Выходной уровень генератора 0 дБ, выход симметричный, выходное сопротивление 600 Ом.

Установить режим измерения устройства:

RECEIVER

Noise

Filter Lp-5 kHz.

Установить на генераторе сигнал с частотой 400 Гц и провести измерение уровня приемной частью устройства.

Подстроить уровень генератора таким образом, чтобы приемная часть устройства показывала точно 0,0 дБ.

Установить на генераторе сигнал с частотой 5 кГц и измерить значение уровня сигнала на этой частоте. Увеличить частоту генератора в 10 раз и измерить затухание фильтра на этой частоте. Допустимое затухание должно быть не менее 18 дБ.

Затем включить фильтр 30 кГц (Filter...Lp-30 kHz) и провести аналогичные измерения на соответствующих частотах и на частоте 200 кГц. Отметить увеличение затухания на частоте 200 кГц.

Проверить функциональную возможность включения фильтра 200 кГц, установив с помощью меню в приемнике:

Filter Lp-200 kHz.

Провести измерение уровня на частотах 400 Гц, 5 кГц, 30 кГц, 200 кГц. Допустимое затухание должно составлять не более 1 дБ.

9.3.10. Определение характеристики взвешивающего фильтра

Измерение осуществляется методом непосредственного отсчета показаний приемной частью устройства, подключенной к генератору GF-62. Выходной уровень генератора 0 дБ, выход симметричный, выходное сопротивление 600 Ом.

Установить режим работы устройства:

Noise

CCITT Rec.O.41 (или CCIR 468-3)

Последовательно изменяя частоту генератора снимать показания приемной части устройства на частоте 800 Гц (Rec.O.41) или 1000 Гц (Rec.468-3), на которой предварительно устанавливается значение уровня 0 дБ. Частоты генератора, на которых проводятся измерения, и соответствующие им показания приемной части устройства с допустимыми пределами отклонения уровней приведены в таблицах 3 или 4 соответственно:

Таблица 3

N	Частота генератора, Гц	Показания приемника, дБ	Допустимые пределы, дБ
1	200	-21,0	+/- 2
2	300	-10,6	+/- 2
3	400	-6,3	+/- 1
4	500	-3,6	+/- 1
5	600	-2,0	+/- 1
6	800	0	0
7	1000	+1,0	+/- 1
8	1200	0	+/- 1
9	1500	-1,3	+/- 1
10	2000	-3,0	+/- 1
11	2500	-4,2	+/- 1
12	3000	-5,6	+/- 2
13	3500	-8,5	+/- (2...3)
14	4000	-15	+/- 3
15	5000	-36	+/- 3

Таблица 4

N	Частота генератора, Гц	Показания приемника, дБ	Допустимые пределы, дБ
1	31,5	-29,9	+/- 2
2	63	-23,9	+/- 1,4
3	100	-19,8	+/- 1
4	200	-13,8	+/- 0,8
5	400	-7,8	+/- 0,5
6	800	-1,9	0,3
7	1000	0	+/- 0,2
8	2000	+5,6	+/- 0,5
9	3150	+9,0	+/- 0,5
10	4000	+10,5	+/- 0,5
11	5000	+11,7	+/- 0,5
12	6300	+12,2	0
13	7100	+12	+/- 0,2
14	8000	+11,4	+/- 0,4
15	9000	+10,1	+/- 0,6
16	10000	+8,1	+/- 0,8
17	12500	0	+/- 1,2
18	14000	-5,3	+/- 1,4
19	16000	-11,7	+/- 1,6
20	20000	-22,2	+/- 2,0
21	31500	-42,7	беск.

9.3.11. Определение диапазона и погрешности измерения сопротивления

Измерение осуществляется при подключении известного сопротивления(10 Ом, 600 Ом, 1 кОм, 5 кОм, 10 кОм) к разъему X поверяемого устройства на частотах 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц.

Установить режим работы устройства:

MEASUREMENT

Impedance

Погрешность измерения не должна превышать 7%.

9.3.12. Определение погрешности измерения затухания несогласованности

Установить режим работы устройства:

MEASUREMENT

Return Loss

Измерение осуществляется методом сравнения. Объект измерения: измеритель MV-62 либо подключаемые резисторы с номинальными значениями: 500 Ом, 200 Ом.

Предварительно провести измерение входного сопротивления измерителя MV-62 по схеме, приведенной на рисунке 2, заменив устройство К2223 на измеритель уровня MV-62 (входное сопротивление 600 Ом), а также измерение сопротивления подключаемых резисторов с помощью измерителя сопротивлений. Определить затухание несогласованности по формуле:

$$P = 20 \lg \frac{R_{вх} + R_{н}}{R_{вх} - R_{н}},$$

где:

$R_{н}$ - номинальное значение сопротивления, 600 Ом,

$R_{вх}$ - действительное значение сопротивления, Ом,

$R_{вх}$ для MV-62 рассчитывается по формуле, приведенной в п. 9.3.8.

Измерение с помощью устройства К2223 осуществляется при подключении ко входу приемника К2223 (разъем N) номинального сопротивления 600 Ом и измеряемого объекта (MV-62 или подключаемых сопротивлений) к разъему X. Измерение проводится на частоте 4 кГц, и уровне минус 10 дБ.

Установку параметра измерения, значение частоты и уровня на поверяемом устройстве проводить с использованием клавиш со стрелками (/\ | <- ->) и цифровых клавиш передней панели.

Погрешность измерения в диапазоне до 40 дБ не должна превышать +/- 1 дБ.

9.3.13. Определение функциональной возможности установки и режима свипирования передающей части

Измерение осуществляется методом непосредственного наблюдения кривой на экране осциллографа С1-65, подключаемого к выходу передающей части поверяемого устройства. Выходное сопротивление передающей части 600 Ом, сопротивление нагрузки 600 Ом, выходной уровень 0 дБ.

Установить режим работы устройства:

MEASUREMENT (ИЗМЕРЕНИЕ)
Circuit 4-wire
Transmitter
Sweep 0,2...4 кГц
0,03...20 кГц
0,3...200 кГц.

Установку режимов проводить с использованием клавиш со стрелками (/\ | <- ->) и цифровых клавиш передней панели.

10. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Средства измерений, удовлетворяющие требованиям настоящего руководящего документа, признаются годными к применению. Результаты поверки средств измерений оформляются их клеймением и выдачей свидетельств о поверке или же записью результатов поверки в эксплуатационных паспортах (или их дубликатах).

Средства измерений, не удовлетворяющие требованиям настоящего руководящего документа, к дальнейшему применению не допускаются. На такие средства измерений выдаются извещения с указанием причин их непригодности к дальнейшей эксплуатации, гасятся клейма предыдущих поверок, а в эксплуатационных паспортах (или их дубликатах) делаются соответствующие записи.