

СОГЛАСОВАНО

**Первый заместитель генерального
директора - заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»**

 А.Н. Щипунов

20 » 03 2024 г.



**Государственная система обеспечения единства измерений
Наборы для калибровки испытательных генераторов наносекундных
импульсных помех ЭМС-НКНИП**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП ЭМС-НКНИП – 2024

р.п. Менделеево
2024 г.

Содержание

| | |
|--|-----------|
| 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ..... | 3 |
| 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ | 4 |
| 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ..... | 4 |
| 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ | 5 |
| 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ | 5 |
| 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ | 5 |
| 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР..... | 6 |
| 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ | 6 |
| 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ | 6 |
| 10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ..... | 11 |

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на наборы для калибровки испытательных генераторов наносекундных импульсных помех ЭМС-НКНИП (далее - наборы), изготавливаемые ООО «ЭМС СИСТЕМЫ», г. Москва, и устанавливает объём, методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки необходимо руководствоваться эксплуатационной документацией на наборы «Наборы для калибровки испытательных генераторов наносекундных импульсных помех ЭМС-НКНИП. Руководство по эксплуатации» (далее - 26.51.45.190-001 РЭ).

1.3 Передача размеров единиц величин при поверке осуществляется методом прямых измерений.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки наборов, используемых в качестве рабочих средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

| Наименование характеристики | Значения |
|---|----------------|
| Делитель напряжения ЭМС-НКНИП50-250 | |
| Рабочий диапазон частот, МГц | от 0 до 400 |
| Коэффициент деления (при работе на нагрузку 1 МОм)* | от 240 до 260 |
| Коэффициент деления (при работе на нагрузку 50 Ом)* | от 480 до 520 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента деления на постоянном токе, не более, % | ±1 |
| Неравномерность коэффициента деления, не более, дБ в диапазоне частот: – от 0 до 100 МГц вкл, – св. 100 до 400 МГц | ±1 ±3,0 |
| Входное сопротивление на постоянном токе, Ом | от 49 до 51 |
| Выходное сопротивление на постоянном токе, Ом | от 49 до 51 |
| KCBN входа, не более | 2,0 |
| KCBN выхода, не более | 2,0 |
| Делитель напряжения ЭМС-НКНИП1К-500 | |
| Рабочий диапазон частот, МГц | от 0 до 400 |
| Коэффициент деления (при работе на нагрузку 1 МОм)* | от 480 до 520 |
| Коэффициент деления (при работе на нагрузку 50 Ом)* | от 960 до 1040 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента деления на постоянном токе, не более, % | ±1 |
| Неравномерность коэффициента деления, не более, дБ в диапазоне частот: – от 0 до 100 МГц вкл, – св. 100 до 400 МГц | ±1 ±3,0 |
| Входное сопротивление на постоянном токе, Ом | от 980 до 1020 |
| Выходное сопротивление на постоянном токе, Ом | от 49 до 51 |
| KCBN выхода, не более | 2,0 |

* - конкретные значения приведены в формуляре

1.5 При проведении поверки обеспечена прослеживаемость результатов измерений к государственному первичному эталону ослабления электромагнитных колебаний ГЭТ 193-2011 по ГОСТ Р 8.851-2013 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц».

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции поверки

| Наименование операции поверки | Обязательность выполнения операций поверки при | | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|---|--|-----------------------|--|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| 1 Внешний осмотр | Да | Да | 7 |
| 2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Да | Да | 8.2 |
| 3 Опробование | Да | Да | 8.3 |
| 4 Определение метрологических характеристик | Да | Да | 9 |
| 4.1 Определение коэффициента деления и относительной погрешности коэффициента деления при работе на нагрузку 50 Ом | Да | Да | 9.1 |
| 4.2 Определение коэффициента деления и относительной погрешности коэффициента деления при работе на нагрузку 1 МОм | Да | Да | 9.2 |
| 4.3 Определение входного и выходного сопротивления на постоянном токе | Да | Да | 9.3 |
| 4.4 Определение КСВН входа делителя напряжения ЭМС-НКНИП50-250 и КСВН выхода делителей напряжения ЭМС-НКНИП50-250 и ЭМС НКНИП1К-500 | Да | Да | 9.4 |
| 4.5 Определение рабочего диапазона частот и неравномерности коэффициента деления делителей напряжения | Да | Да | 9.5 |
| 5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | Да | Да | 10 |
| 6 Оформление результатов поверки | Да | Да | 11 |

2.2 Допускается проведение поверки отдельных автономных блоков, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатирующей организации.

2.3 При получении отрицательных результатов при выполнении операций по п. 9 поверка прекращается до выявления и устранения причин.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Проверку проводить при условиях:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 °C до плюс 30 °C;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30% до 80 %;
- напряжение сети питания от 200 до 240 В;
- частота сети питания от 49,5 до 50,5 Гц.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее или среднее техническое образование и практический опыт в области радиотехнических измерений, аттестованные на право проведения поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Средства поверки

| Операции поверки, требующие применения средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|---|---|
| п.6.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Средства измерений температуры окружающего воздуха от плюс 15 °C до плюс 30 °C с абсолютной погрешностью не более ±1 °C; Средства измерений атмосферного давления от 84 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ±0,5 кПа; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30% до 80 % с абсолютной погрешностью не более ±2 %; Средства измерений напряжения сети питания от 200 до 240 В с относительной погрешностью не более ±1 %; Средства измерений частоты сети питания от 49,5 до 50,5 Гц с абсолютной погрешностью не более ±0,02 Гц; | Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18 |
| п. 8 Подготовка к поверке и опробование | Анализатор цепей векторный. Диапазон частот от 0,4 МГц до 4 ГГц, диапазон измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне частот от минус 10 до плюс 40 дБ; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи ±1,3 дБ. | Анализатор цепей векторный С2420, рег. № 65960-16 |
| п. 9 Определение метрологических характеристик | Мера напряжения и тока. Максимальное напряжение на выходе 30 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока на выходе ± (0,0005·U + 5 мВ); Мультиметр цифровой. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока на пределе: 100 мВ: 0,0050 +0,0035 | Мера напряжения и тока Е3632А, рег. № 26950-04 Мультиметр цифровой 34401А, рег. № 54848-13 |
| | <i>Вспомогательное оборудование</i> | |
| | Аттенюатор резистивный фиксированный. Величина ослабления 10 дБ. Диапазон частот от 0 до 4 ГГц | Аттенюатор резистивный фиксированный Д2М-20-10-13Р-13 |
| | Нагрузка согласованная 50 Ом, диапазон частот от 0 до 4 ГГц | НС3-18-01 50 |
| | Резистор 1,1 МОм 0,25 % | Резистор С2-29 |

5.2 Применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке.

5.3 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки следует соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80 и требования безопасности, устанавливаемые эксплуатационной документацией на поверяемые наборы и используемое при поверке оборудование.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 Перед распаковыванием набор необходимо выдержать в течение 4 ч в теплом сухом помещении при температуре окружающего воздуха от плюс 15 °C до плюс 25 °C.

7.2 Распаковать набор, произвести внешний осмотр и установить выполнение следующих требований:

- соответствие комплектности и маркировки составных частей набора руководству по эксплуатации 26.51.45.190-001 РЭ;
- отсутствие видимых механических повреждений (в том числе дефектов покрытий), при которых эксплуатация недопустима;
- отсутствие ослабления крепления элементов конструкции;
- отсутствие изломов и повреждений кабелей.

7.3 Результаты поверки считать положительными, если указанные в п. 7.2 требования выполнены, надписи и обозначения маркировки составных частей набора имеют четкое видимое изображение.

7.4 В противном случае дальнейшие операции не выполняют, а набор признают непригодным к применению.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Проверитель должен изучить эксплуатационные документы на поверяемые наборы и используемые средства поверки.

8.1.2 Перед проведением поверки используемое при поверке оборудование должно быть подготовлено к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

8.2 Произвести контроль условий поверки в соответствие с требованиями, указанными в п 3. (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений).

8.3 Опробование

8.3.1 Опробование выполняется вместе с определением коэффициента деления делителей напряжения на постоянном токе и относительной погрешности коэффициента деления при работе на нагрузку 50 Ом (см. п. 9.1).

8.3.2 Результаты опробования считать положительными, если рассчитанные значения коэффициента деления делителя ЭМС-НКНИП1К-500 находятся в диапазоне от 960 до 1040, значение относительной погрешности коэффициента деления находится в пределах $\pm 1\%$ и рассчитанные значения коэффициента деления делителя ЭМС-НКНИП150-250 находятся в диапазоне от 480 до 520 значение относительной погрешности коэффициента деления находится в пределах $\pm 1\%$.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение коэффициента деления и относительной погрешности коэффициента деления при работе на нагрузку 50 Ом

9.1.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 9.1 с делителем напряжения ЭМС-НКНИП1К-500.



Рисунок 9.1

9.1.2 Установить на мере напряжения и тока Е3632А (далее - мера) напряжение 0 В.

9.1.3 Установить на мультиметре режим относительных измерений (кнопка NULL).

9.1.4 Установить на мере напряжение $U_K = 5$ В.

9.1.5 Измерить напряжение на выходе делителя (U_{Δ} , В).

9.1.6 Рассчитать коэффициент деления по формуле (1) и результат занести в таблицу 9.2:

$$K = \frac{U_K}{U_{\Delta}} \quad (1)$$

9.1.7 Рассчитать относительную погрешность коэффициента деления по формуле (2) и результат занести в таблицу 9.1.

$$\delta = \left(\frac{K - Ko}{Ko} \right) \cdot 100 \% \quad (2)$$

где K – рассчитанное значение коэффициента деления;

Ko – паспортное значение коэффициента деления.

Таблица 9.1

| | ЭМС-НКНИП1К-500 | ЭМС-НКНИП50-250 |
|--|-----------------|-----------------|
| U_K , В | | |
| U_{Δ} , В | | |
| K | | |
| Ko | | |
| δ , % | | |
| Пределы допускаемых значений δ , % не более | ± 1 | ± 1 |

9.1.8 Повторить пп. 9.1.1 – 9.1.7 для делителя ЭМС-НКНИП50-250.

9.1.9 Результаты поверки считать положительными, если рассчитанные значения коэффициента деления делителя ЭМС-НКНИП1К-500 находятся в диапазоне от 960 до 1040, значение относительной погрешности коэффициента деления находится в пределах ± 1 % и рассчитанные значения коэффициента деления делителя ЭМС-НКНИП50-250 находятся в диапазоне от 480 до 520 значение относительной погрешности коэффициента деления находится в пределах ± 1 %

9.2 Определение коэффициента деления и относительной погрешности коэффициента деления при работе на нагрузку 1 МОм

9.2.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 9.2 с делителем напряжения ЭМС-НКНИП1К-500.



Рисунок 9.2

9.2.2 Повторить пп. 9.1.2 – 9.1.7.

9.2.3 Повторить пп. 9.2.1 – 9.2.2 для делителя ЭМС-НКНИП50-250.

9.2.4 Результаты поверки считать положительными, если рассчитанные значения коэффициента деления делителя ЭМС-НКНИП1К-500 находятся в диапазоне от 480 до 520, значение относительной погрешности коэффициента деления находится в пределах $\pm 1\%$ и рассчитанные значения коэффициента деления делителя ЭМС-НКНИП50-250 находятся в диапазоне от 240 до 260 значение относительной погрешности коэффициента деления находится в пределах $\pm 1\%$.

9.3 Определение входного и выходного сопротивления на постоянном токе

9.3.1 Входное сопротивление делителей напряжения на постоянном токе определяют прямым измерением мультиметром 34401А, включенным в режим измерения сопротивления. При этом к выходу делителей напряжения подключается нагрузка 50 Ом.

9.3.2 Выходное сопротивление делителей напряжения на постоянном токе определяют прямым измерением мультиметром 34401А.

9.3.3 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения входного и выходного сопротивления делителей напряжения не выходят за допустимые значения, указанные в таблице 9.2.

Таблица 9.2

| | R _{BX} , Ом измеренное | R _{BX} , Ом Допустимое | R _{BX} , Ом измеренное | R _{BX} , Ом Допустимое |
|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| ЭМС-НКНИП1К-500 | | от 980 до 1020 | | от 49 до 51 |
| ЭМС-НКНИП50-250 | | от 49 до 51 | | от 49 до 51 |

9.4 Определение КСВН входа делителя напряжения ЭМС-НКНИП50-250 и КСВН выхода делителей напряжения ЭМС-НКНИП50-250 и ЭМС НКНИП1К-500

9.4.1 Откалибровать анализатор цепей векторный С2420 (далее - анализатор цепей) для работы в режиме измерения КСВН.

9.4.2 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 9.3.



Рисунок 9.3

9.4.3 Измерить значения КСВН на частотах: 1, 10, 50, 80, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400 МГц. Результаты занести в таблицу 9.3.

Таблица 9.3

| Частота F, МГц | 1 | 10 | 50 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
|--------------------------------|--------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| КСВН входа ЭМС-НКНИП50-250 | | | | | | | | | | | |
| КСВН выхода ЭМС-НКНИП50-250 | | | | | | | | | | | |
| КСВН выхода ЭМС-НКНИП1К-500 | | | | | | | | | | | |
| Допустимое значение КСВН | не более 2,0 | | | | | | | | | | |
| Соответствие | | | | | | | | | | | |

9.4.4 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 9.4 и повторить 9.4.3.



Рисунок 9.4

9.4.5 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 9.5 и повторить 9.4.3.

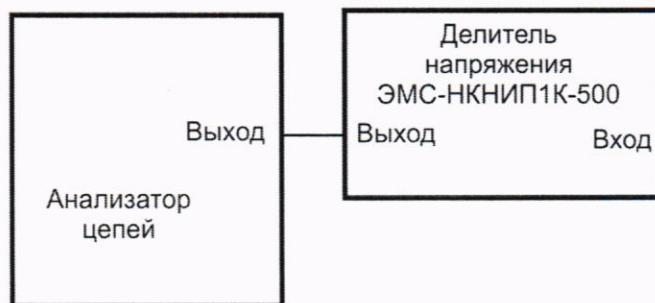


Рисунок 9.5

9.4.6 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения КСВН входа делителя напряжения ЭМС-НКНИП50-250 не превышают 2 и измеренные значения КСВН выхода делителей напряжения ЭМС-НКНИП50-250 и ЭМС НКНИП1К-500 не превышают 2 для всех частотных точек.

9.5 Определение рабочего диапазона частот и неравномерности коэффициента деления делителей напряжения

9.5.1 Анализатор цепей откалибровать для измерения коэффициента передачи.

9.5.2 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 9.6 с делителем напряжения ЭМС-НКНИП50-250.

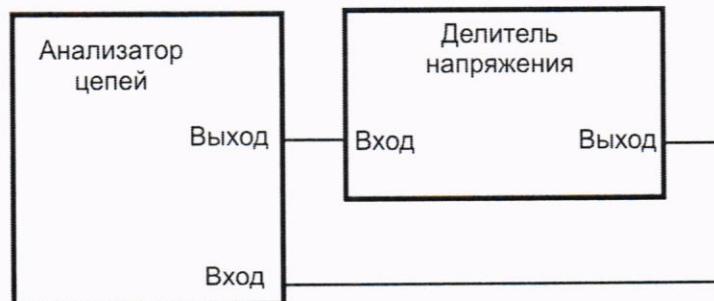


Рисунок 9.6

9.5.3 Провести измерения коэффициента передачи S_{21} , дБ, на частотах, указанных в таблице 9.4.

Таблица 9.4

| Частота, МГц | Значение коэффициента передачи делителя ЭМС-НКНИП50-250, дБ | Неравномерность коэффициента деления, дБ | Допустимое значение коэффициента деления, дБ |
|--------------------|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0 (постоянный ток) | | | |
| 0,5 | | | |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 5 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 50 | | | |
| 100 | | | |
| 150 | | | |
| 200 | | | |
| 250 | | | |
| 300 | | | |
| 350 | | | |
| 400 | | | |

9.5.4 Рассчитать коэффициент деления делителя напряжения ЭМС-НКНИП50-250 K_1 , дБ, по формуле (3):

$$K_1 = -S_{21}, \quad (3)$$

9.5.5 Рассчитать неравномерность коэффициента деления Δ , дБ, по формуле (4).

$$\Delta = K_1 - K_{n1}, \quad (4)$$

где K_{n1} – значение коэффициента деления делителя напряжения ЭМС-НКНИП50-250 на постоянном токе, полученное в п. 9.1 и выраженное в дБ.

9.5.6 Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 9.5.

9.5.7 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 9.6 с делителем напряжения ЭМС-НКНИП1К-500.

9.5.8 Провести измерения коэффициента передачи S_{21} , дБ, на частотах, указанных в таблице 9.6.

9.5.9 Рассчитать коэффициент деления делителя напряжения ЭМС-НКНИП1К-500 K_2 , дБ, по формуле (5):

$$K_2 = -S_{21} + 5,58, \quad (5)$$

где 5,58 дБ – коэффициент, учитывающий входное сопротивление делителя напряжения ЭМС-НКНИП1К-500 (1 кОм) при подключении в 50-омную цепь

9.5.10 Рассчитать неравномерность коэффициента деления Δ , дБ, по формуле (6).

$$\Delta = K_2 - K_{n2}, \quad (6)$$

где K_{n2} – значение коэффициента деления делителя напряжения ЭМС-НКНИП1К-500 на постоянном токе, полученное в п. 9.5 и выраженное в дБ.

Таблица 9.5

| Частота, МГц | Значение коэффициента передачи делителя ЭМС-НКНИП1К-500, дБ | Неравномерность коэффициента деления, дБ | Допустимое значение коэффициента деления, дБ |
|--------------------|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0 (постоянный ток) | | | |
| 0,5 | | | |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 5 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 50 | | | |
| 100 | | | |
| 150 | | | |
| 200 | | | |
| 250 | | | |
| 300 | | | |
| 350 | | | |
| 400 | | | |

9.5.11 Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 9.5.

9.5.12 Результаты поверки считать положительными, если рабочий диапазон составляет от 0 до 400 МГц, значение неравномерности коэффициента деления делителей напряжения ЭМС-НКНИП50-250 и ЭМС-НКНИП1К-500 не выходят за пределы $\pm 1,0$ дБ в диапазоне от 0 до 100 МГц вкл. и $\pm 3,0$ дБ в диапазоне св. 100 до 400 МГц.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Набор признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

10.2 При выполнении поверки набора в ограниченном объеме (см п. 2.2) в свидетельстве о поверке набора указываются автономные блоки, для которых была произведена поверка.

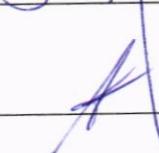
10.3 Результаты поверки наборов подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений,ключенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца набора или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт набора вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению набора.

Начальник НИО-1
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник лаборатории 123
ФГУП «ВНИИФТРИ»



O.V. Каминский



A.E. Ескин