

СОГЛАСОВАНО

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



[Handwritten signature] А.Н. Щипунов

[Handwritten signature] «18» августа 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Токоъемники измерительные ТК

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

ЛТМВ.422499.003 МП

р.п. Менделеево
2021 г.

Содержание

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

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на токосъемники измерительные ТК (далее - токосъемники), изготавливаемые обществом с ограниченной ответственностью «ИЗМЕРИЛОВКА», г. Москва, и устанавливает объём, методы и средства первичной и периодической поверок.

При проведении поверки необходимо руководствоваться эксплуатационной документацией на токосъемники «Токосъемники измерительные ТК. Руководство по эксплуатации» (далее - ЛТМВ.422499.003 РЭ).

Необходимо обеспечение прослеживаемости токосъемников к государственным первичным эталонам единиц величин посредством использования аттестованных (поверенных) в установленном порядке средств поверки.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость токосъемников:

- к государственному первичному эталону единицы времени и частоты ГЭТ 1-2018;
- к государственному первичному специальному эталону единицы силы электрического тока в диапазоне частот 20 - $1 \cdot 10^6$ Гц ГЭТ 88-2014;
- к государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения в диапазоне частот 10 - $3 \cdot 10^7$ Гц ГЭТ 89-2008;
- к государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения в диапазоне частот $3 \cdot 10^7$ - $2 \cdot 10^9$ Гц ГЭТ 27-2009

Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

1 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Операции поверки

Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6	+	+
2 Подготовка к поверке и опробование	7	+	+
3 Определение метрологических характеристик	8		
3.1 Определение частотного диапазона, коэффициента калибровки и абсолютной погрешности коэффициента калибровки	8.1	+	+
3.2 Определение коэффициента передачи и абсолютной погрешности коэффициента передачи в 50 Ом цепи в режиме инжекции переменного тока (для модификаций ИРМ-600М и ИРМ-400М)	8.2	+	+

1.2 Поверка токосъемников осуществляется аккредитованными в установленном порядке юридическими лицами и индивидуальные предприниматели.

1.3 Допускается проведение поверки на в ограниченном частотном диапазоне, который используется 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 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочего эталона или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
Основные средства поверки	
7.3, 7.4	Анализатор цепей векторный С2420, диапазон частот от 0,1 МГц до 20 ГГц, диапазон измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне частот, дБ: от 100 кГц до 1 МГц – от минус 100 до 0; свыше 1 МГц до 20 ГГц – от минус 120 до плюс 10; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи $\pm 0,3$ дБ
7.3, 7.4	Генератор сигналов произвольной формы 33210А, диапазон частот от 1 МГц до 10 МГц, диапазон установки выходного напряжения переменного тока от 3,5 мВ до 3,5 В, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала $\pm 0,002$ % до 132 дБмкВ
7.3, 7.4	Мультиметр цифровой 34401А, диапазон измерений напряжения переменного тока от 0 мкВ до 750 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 0,6$ % в частотном диапазоне от 1 кГц до 100 кГц
7.3, 7.4	Шумомер-виброметр, анализатор спектра ЭКОФИЗИКА-110А, диапазон частот при измерении напряжения от 10 Гц до 400 кГц, диапазон измерений напряжения переменного тока от 0 до 140 дБ мкВ, пределы допускаемой относительной погрешности измерений 2 % в частотном диапазоне от 10 Гц до 45 кГц, ± 5 % в частотном диапазоне от 45 до 400 кГц
Вспомогательные средства поверки	
7.3, 7.4	Аттенюатор резистивный фиксированный Д2-31, величина ослабления 10 дБ
7.3, 7.4	Нагрузка согласованная 50 Ом
7.3, 7.4	Калибровочное устройство по ГОСТ Р 51317.4.6

2.2 Применяемые при поверке средства измерений (СИ) должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке.

2.3 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристики с требуемой точностью.

3 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

3.1 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.

4 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

5 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверку проводить при условиях:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- напряжение сети питания от 198 до 242 В;
- частота сети питания от 49,5 до 50,5 Гц.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 Перед распаковыванием токосъемник необходимо выдержать в течение 4 ч в теплом сухом помещении при температуре окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С.

6.2 Распаковать токосъемник, произвести внешний осмотр и установить выполнение следующих требований:

- соответствие комплектности и маркировки токосъемника ЛТМВ.422499.003 РЭ;
- отсутствие видимых механических повреждений (в том числе дефектов покрытий), при которых эксплуатация недопустима;
- отсутствие ослабления крепления элементов конструкции;
- отсутствие изломов и повреждений кабелей.

6.3 Результаты поверки считать положительными, если указанные в 6.2 требования выполнены, надписи и обозначения маркировки токосъемника имеют четкое видимое изображение.

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

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Подготовка к поверке

7.1.1 Поверитель должен изучить эксплуатационные документы на поверяемые токосъемники и используемые средства поверки.

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

7.2 Опробование

7.2.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 8.1.

7.2.2 Установить выходное напряжение генератора (33210 А на нагрузку 50 Ом) равным 3,5 В на частоте 100 кГц.

7.2.3 Результаты опробования считать положительными, если показания анализатора спектра ЭКОФИЗИКА 110А будут не менее 70 дБ (мкВ).

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

8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Определение частотного диапазона, коэффициента калибровки и абсолютной погрешности коэффициента калибровки

8.1.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 8.1.

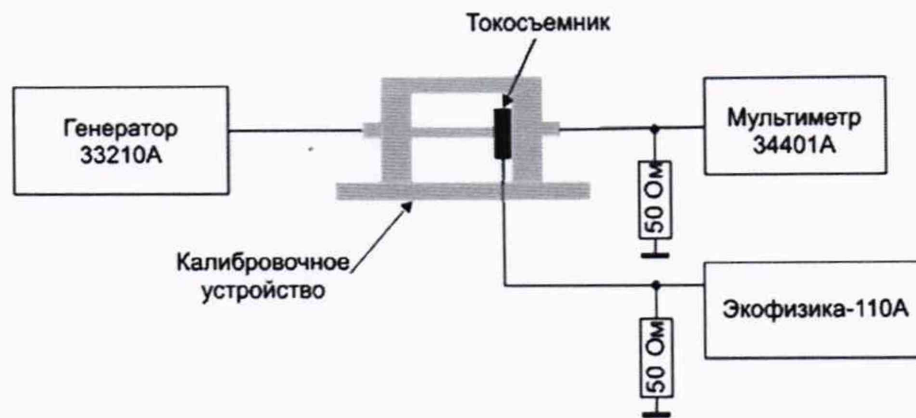


Рисунок 8.1

8.1.2 Шумомер-виброметр, анализатор спектра ЭКОФИЗИКА 110А (далее - «ЭКОФИЗИКА 110А») установить в режим «Селективный микровольтметр».

8.1.3 Установить выходное напряжение генератора (U_{RMS} на нагрузку 50 Ом) равным 3,5 В.

8.1.4 Устанавливая частоту генератора в соответствии с таблицей 8.1 (в зависимости от модификации токоъемника) провести измерения по методике, изложенной в пп. 8.1.5 – 8.1.8.

Таблица 8.1

Модификация	Частота, кГц
ТК-16М	0,01; 0,03; 0,063; 0,1; 0,3; 1; 9; 16; 100
ТК-20М, ИРМ-600М	0,01; 0,1; 0,3; 3; 9; 40; 100; 200
ТК-400ММ, ТК-400МБ, ТК-400МА*, ИРМ-400М	9; 40; 100; 200
ТК-1000М	3; 9; 40; 100; 200
* Для модификации ТК-400МА измерения проводить в активном и пассивном режимах	

8.1.5 Записать показания вольтметра В7-78 U_K , В, и «ЭКОФИЗИКА 110А» $U_{П}$, дБ (мкВ), в таблицу 7.2.

Таблица 8.2

Частота	Значение напряжения на выходе калибровочного устройства U_K , В	Значение напряжения на выходе пробника, $U_{П}$, дБ (мкВ)	Рассчитанное значение коэффициента калибровки, K , дБ (См)	Паспортное значение коэффициента калибровки $K_{НОМ}$, дБ (См)	Полученные значения абсолютной погрешности коэффициента калибровки, Δ , дБ
1	2	3	4	5	6

8.1.6 Рассчитать коэффициент калибровки $K_{ИЗМ}$, дБ (См), по формуле (1):

$$K_{ИЗМ} = 20 \cdot \lg(10^6 U_K) - U_{П} - 20 \cdot \lg R, \quad (1)$$

где R – сопротивление нагрузки 50 Ом.

8.1.7 Рассчитать абсолютную погрешность коэффициента калибровки Δ , дБ, по формуле (2):

$$\Delta = K_{ИЗМ} - K_{НОМ}, \quad (2)$$

где $K_{НОМ}$ – паспортное значение коэффициента калибровки.

8.1.8 Результаты расчетов занести в таблицу 8.2.

8.1.9 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 8.2.

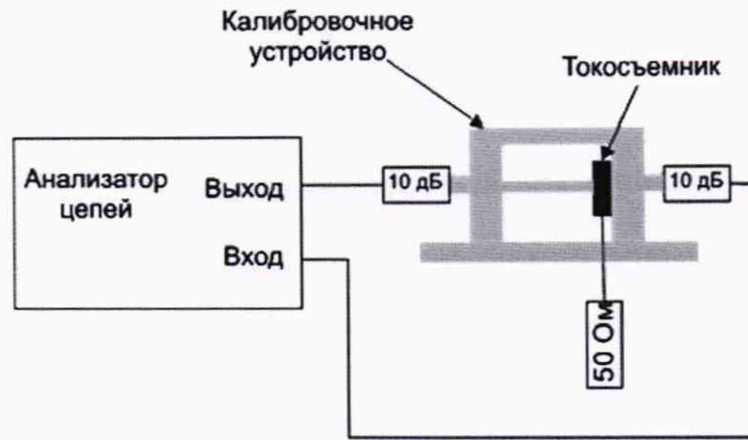


Рисунок 8.2

8.1.10 Установить анализатор цепей в режим измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне частот в соответствии с таблицей 8.3.

Таблица 8.3

Модификация	Диапазон частот, МГц	Частота, МГц
ТК-20М	от 0,1 до 20	0,3; 1; 3; 5; 10; 15; 20
ТК-400ММ, ТК-400МБ, ТК-400МА*, ИРМ-400М	от 0,1 до 400	0,3; 1; 5; 10; 30; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400
ТК-1000М	от 0,1 до 1000	0,3; 1; 5; 10; 30; 100; 200; 300; 400; 500; 600; 700; 800; 1000
ИРМ-600М	от 0,1 до 600	0,3; 1; 5; 10; 30; 100; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600

* Для модификации ТК-400МА измерения проводить в активном и пассивном режимах

8.1.11 На анализаторе цепей выполнить процедуру калибровка на переключку.

8.1.12 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 8.3.

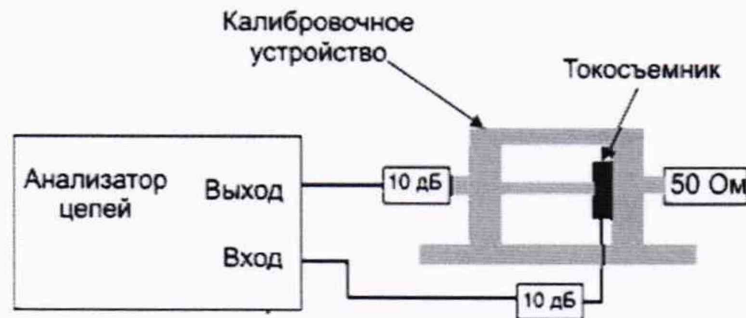


Рисунок 8.3

8.1.13 Провести измерения коэффициента передачи K , дБ, на частотах указанных в таблице 8.3.

8.1.14 Рассчитать коэффициент калибровки $K_{изм}$, дБ (См), по формуле (3):

$$K_{изм} = -K - 20 \cdot \lg R, \quad (3)$$

где R – сопротивление нагрузки 50 Ом.

8.1.15 Рассчитать абсолютную погрешность коэффициента калибровки Δ , дБ, по формуле (2).

8.1.16 Результаты расчетов занести в таблицу 8.4.

Таблица 8.4

Частота, МГц	Значение коэффициента передачи, K , дБ	Значение коэффициента калибровки, $K_{изм}$, дБ (См)	Паспортное значение коэффициента калибровки $K_{ном}$, дБ (См)	Полученные значения абсолютной погрешности коэффициента калибровки, Δ , дБ
1	2	3	4	5

8.1.17 Результаты поверки считать положительными, если для измеренных значений коэффициента калибровки для всех частотных точек, приведенных в графе 3 таблиц 8.2 и 8.4, значения абсолютной погрешности коэффициента калибровки, приведенные в графе 5 таблиц 8.2 и 8.4, находятся в пределах ± 2 дБ.

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

8.2 Определение коэффициента и абсолютной погрешности коэффициента передачи в 50 Ом цепи в режиме инжекции переменного тока (для модификаций ИРМ-600М и ИРМ-400М)

8.2.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 8.4.

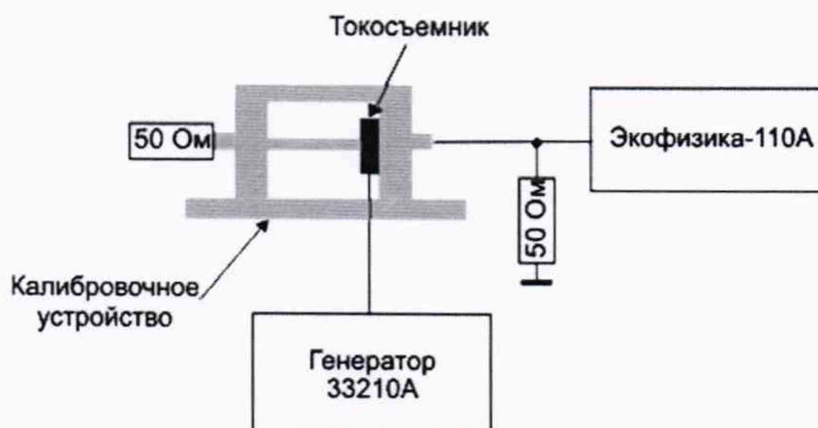


Рисунок 8.4

8.2.2 Шумомер-виброметр, анализатор спектра «ЭКОФИЗИКА 110А» установить в режим «Селективный микровольтметр».

8.2.3 Установить выходное напряжение генератора (U_{RMS} на нагрузку 50 Ом) U_2 , равным 3,5 В.

8.2.4 Устанавливая частоту генератора в соответствии с таблицей 8.3 (в зависимости от модификации токосъемника) провести измерения по методике, изложенной в пп. 8.2.5 – 8.2.8.

8.2.5 Записать показания «ЭКОФИЗИКА 110А» $U_{ки}$, дБ (мкВ), в таблицу 8.5.

Таблица 8.5

Частота, МГц	Измеренное значение коэффициента передачи, K_u , дБ	Паспортное значение коэффициента передачи $K_{инам}$, дБ	Полученные значения абсолютной погрешности, Δ_u , дБ
1	2	3	4

8.2.6 Рассчитать коэффициент передачи в 50 Ом цепи в режиме инжекции переменного тока K_u , дБ, по формуле (4):

$$K_u = U_{ни} - 20 \cdot \lg(10^6 U_2) \quad , \quad (4)$$

8.2.7 Результаты расчетов занести в таблицу 8.6.

8.2.8 Рассчитать абсолютную погрешность коэффициента передачи в 50 Ом цепи Δ_i , дБ, по формуле (5):

$$\Delta_i = K_i - K_{ином}, \quad (5)$$

где $K_{ином}$ - паспортное значение коэффициента передачи в 50 Ом цепи.

8.2.9 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 8.5.

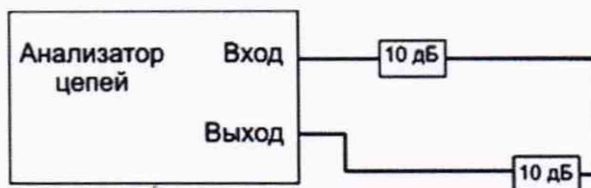


Рисунок 8.5

8.2.10 Установить анализатор цепей в режим измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне частот в соответствии с таблицей 8.3.

8.2.11 На анализаторе цепей выполнить процедуру калибровка на перемычку.

8.2.12 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 8.6.

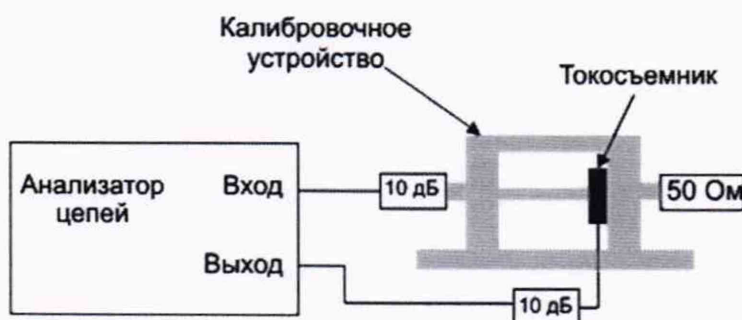


Рисунок 8.6

8.2.13 Провести измерения коэффициента передачи в 50 Ом цепи в режиме инъекции переменного тока K_i , дБ на частотах, указанных в таблице 8.3.

8.2.14 Рассчитать абсолютную погрешность коэффициента передачи в 50 Ом цепи Δ_i , дБ, по формуле (5).

8.2.15 Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 8.6.

Таблица 8.6

Частота, МГц	Измеренное значение коэффициента передачи, K_i , дБ	Паспортное значение коэффициента передачи $K_{ином}$, дБ	Полученные значения абсолютной погрешности, Δ_i , дБ
1	2	3	4

8.2.16 Результаты поверки считать положительными, если для измеренных значений коэффициента передачи (в 50 Ом цепи в режиме инъекции переменного тока для всех частотных точек), приведенных в графе 2 таблиц 8.5 и 8.6, значения абсолютной погрешности коэффициента передачи, приведенные в графе 4 таблиц 8.5 и 8.6, находятся в пределах ± 3 дБ.

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

9 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 При положительных результатах проверок по пунктам разделов 6-8 , токосъемник признаётся пригодной к применению (подтверждено соответствие метрологическим требованиям).

9.2 При отрицательных результатах проверок по пунктам разделов 6-8 , токосъемник признаётся непригодной к применению (не подтверждено соответствие метрологическим требованиям).

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

10.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.


10.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца токосъемника или лица, предъявившего его на поверку, на токосъемник наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке, и (или) в формуляр токосъемника вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки или поверительного клейма.

10.4 При выполнении поверки в ограниченном объеме (см п. 1.2) в свидетельстве о поверке указывается частотный диапазон, для которого была произведена поверка.

10.5 При отрицательных результатах поверки токосъемник к применению не допускается и на него оформляется извещение о непригодности к применению установленной формы с указанием причин забракования.

Начальник НИО-1
ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский

Начальник лаборатории 123
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Е. Ескин