

СОГЛАСОВАНО

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



_____ А.Н. Щипунов

» 04 _____ 2022 г

Государственная система обеспечения единства измерений

Токоусъемники измерительные НТ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

ПНРМ.422499.001 МП

р.п. Менделеево
2022 г.

Содержание

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

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на токосъемники измерительные НТ (далее - токосъемники), изготавливаемые обществом с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие НИФРИТ» (ООО «НПП НИФРИТ»), г. Москва, г. Зеленоград и устанавливает объём, методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – два года.

1.3 При проведении поверки необходимо руководствоваться документом ПНРМ.422499.001 РЭ «Токосъемники измерительные НТ. Руководство по эксплуатации» (далее - ПНРМ.422499.001 РЭ).

1.4 При проведении поверки обеспечена прослеживаемость результатов измерений к:

- к государственному первичному специальному эталону единицы силы электрического тока в диапазоне частот 20 - $1 \cdot 10^6$ Гц ГЭТ88-2014,
- к государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот 10 - $3 \cdot 10^7$ Гц ГЭТ89-2008,
- к государственному первичному эталону единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц ГЭТ 193-2011.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

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

Таблица 2.1 – Операции поверки

Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	+	+
2 Подготовка к поверке и опробование	8	+	+
3 Определение метрологических характеристик	9	+	+
3.1 Определение частотного диапазона, коэффициента калибровки и абсолютной погрешности коэффициента калибровки	9.1	+	+
3.2 Определение коэффициента передачи и абсолютной погрешности коэффициента передачи в 50 Ом цепи в режиме инжекции переменного тока (для модификаций НТИ-20 и НТИ 1000)	9.2	+	+
4. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	+	+
5. Оформление результатов поверки	11	+	+

2.2 Допускается проведение поверки 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.

2.3 При получении отрицательных результатов при выполнении операций по п. 3 поверка прекращается до выявления и устранения причин.

3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение 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 15 до 30 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений атмосферного давления от 84 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 2 %;	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18
	Средства измерений напряжения сети питания от 198 до 242 В с относительной погрешностью не более ± 1 %; Средства измерений частоты сети питания от 49,5 до 50,5 Гц с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,02$ Гц;	Мультиметр цифровой 34401А, рег. № 54848-13
п. 9 Определение метрологических характеристик	Анализатор цепей векторный, диапазон рабочих частот от 0,1 МГц до 4 ГГц, диапазон измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне частот: от минус 80 до 0 дБ; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи не более $\pm 0,3$ дБ	Анализатор цепей векторный С2420, рег. № 65960-16
	Вольтметр переменного напряжения, диапазон измерений от 2 до 4 В в частотном диапазоне от 0,05 до 200 кГц с погрешностью не более ± 5 %	Мультиметр цифровой 34401А, рег. № 54848-13
	Генератор синусоидальных сигналов, диапазон частот от 0,05 до 200 кГц, уровень выходного сигнала не менее 3,5 В	Генератор сигналов произвольной формы 33210А, рег. № 62209-15
	Селективный микровольтметр, диапазон частот от 0,05 до 200 кГц, диапазон измерений напряжения переменного тока от 20 до 130 дБ мкВ, пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения ± 5 %	Шумомер-виброметр, анализатор спектра ЭКОФИЗИКА-110А, рег. № 48906-12
	Аттенюатор, частотный диапазон от 0 до 1 ГГц, ослабление 10 дБ	Аттенюатор резистивный фиксированный Д2-31, рег. № 3174-72
	Нагрузка согласованная 50 Ом	Вспомогательное оборудование
	Калибровочное устройство с сопротивлением 50 Ом (испытательный блок по ГОСТ 51317.4.6-99, рисунок А.2)	Измерительная линия НИЛ-1000 (Вспомогательное оборудование)
	Калибровочное устройство с сопротивлением 50 Ом (испытательный блок по ГОСТ 51317.4.6-99, рисунок А.2)	Измерительная линия НИЛ-1000/2 (Вспомогательное оборудование)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

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 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 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.

6 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 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.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

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

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

- соответствие комплектности и маркировки пробника ПНРМ.422499.001 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 токосъемника имеют четкое видимое изображение. В противном случае дальнейшие операции не выполняют, а токосъемник признают непригодным к применению.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Поверитель должен изучить эксплуатационные документы на поверяемый токосъемник 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 Опробование

8.2.1 Опробование токосъемника проводится одновременно с определением коэффициента калибровки на частоте 100 кГц.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

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

9.1.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 9.1.

Примечание: при поверке токосъемников НТ-20 и НТ-1000 в качестве калибровочного устройства использовать измерительную линию НИЛ-1000, а при поверке НТИ-20 и НТИ-1000 - измерительную линию НИЛ-1000/2.

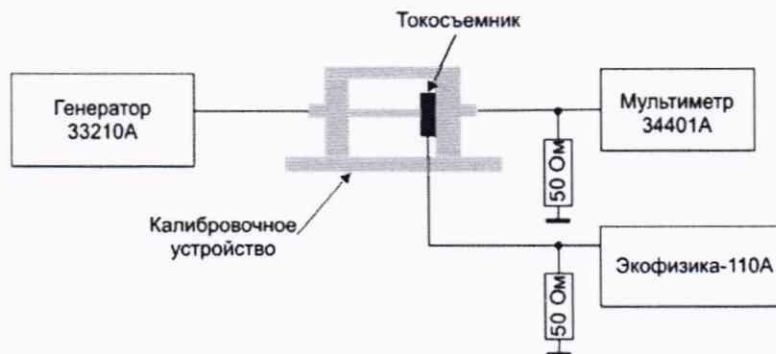


Рисунок 9.1

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

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

9.1.4 Устанавливая частоту генератора в соответствии с таблицей 9.1 (в зависимости от модификации токосъемника) провести измерения по методике, изложенной в пп. 9.1.5 – 9.1.8.

Таблица 9.1

Модификация	Частота, кГц
НТ-20, НТИ-20	0,05; 0,1; 0,3; 1; 10; 20; 100
НТ-1000, НТИ-1000	9; 40; 100; 200

9.1.5 Записать показания мультиметра U_K , В, и «ЭКОФИЗИКА 110А» U_P , дБ (мкВ), в таблицу 9.2.

Таблица 9.2

Частота	Рассчитанное значение коэффициента калибровки, K , дБ (Ом ⁻¹)	Паспортное значение коэффициента калибровки $K_{НОМ}$, дБ (Ом ⁻¹)	Полученные значения абсолютной погрешности коэффициента калибровки, Δ , дБ
1	2	3	4

9.1.6 Рассчитать коэффициент калибровки $K_{ИЗМ}$, дБ (Ом⁻¹), по формуле (1):

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

где R – сопротивление нагрузки 50 Ом.

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

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

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

9.1.8 Результаты расчетов занести в протокол по форме, приведенной в таблице 9.2.

9.1.9 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 9.2.

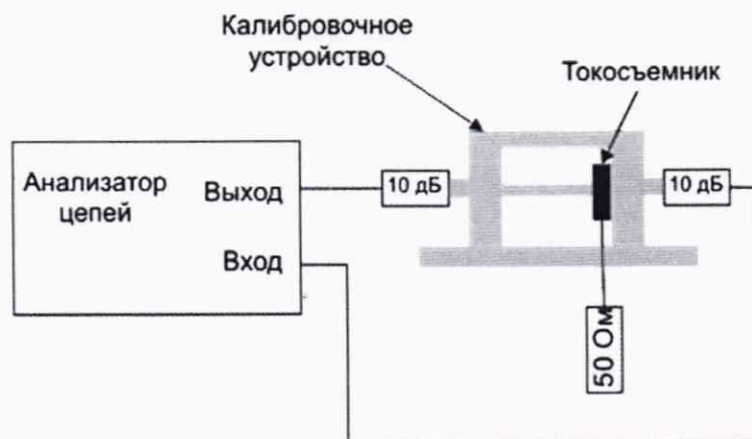


Рисунок 9.2

9.1.10 Установить анализатор цепей в режим измерений модуля коэффициента передачи S_{21} в диапазоне частот в соответствии с таблицей 9.3.

Таблица 9.3

Модификация	Диапазон частот, МГц	Частота, МГц
НТ-20, НТИ-20	от 0,1 до 20	0,3; 1; 3; 5; 10; 15; 20
НТ-1000, НТИ-1000	от 0,1 до 1000	0,3; 1; 5; 10; 30; 100; 200; 300; 400; 500; 600; 700; 800; 900; 1000

9.1.11 На анализаторе цепей выполнить процедуру калибровка на перемычку.

9.1.12 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 9.3.

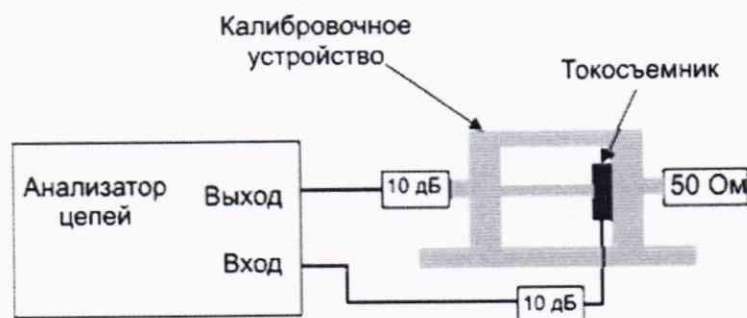


Рисунок 9.3

9.1.13 Провести измерения коэффициента передачи S_{21} , дБ, на частотах, указанных в таблице 9.3.

9.1.14 Рассчитать коэффициент калибровки $K_{ИЗМ}$, дБ (Ом^{-1}), по формуле (3):

$$K_{ИЗМ} = -S_{21} - 20 \cdot \lg R, \quad (3)$$

где R – сопротивление нагрузки 50 Ом.

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

9.1.16 Результаты расчетов занести в протокол по форме, приведенной в таблице 9.2.

9.1.17 Результаты поверки считать положительными, если для измеренных значений коэффициента калибровки для всех частотных точек, приведенных в графе 1 таблицы 9.2, значения абсолютной погрешности коэффициента калибровки, приведенные в графе 4 таблицы 9.2 для токосъемников НТ-20 и НТИ-20 находятся в пределах $\pm 1,5$ дБ, а для токосъемников НТ-100 и НТИ-1000 в частотном диапазоне от 0,009 до 500 МГц находятся в пределах $\pm 1,5$ дБ и в частотном диапазоне свыше 500 до 1000 МГц находятся в пределах ± 2 дБ.

9.2 Определение коэффициента передачи и абсолютной погрешности коэффициента передачи в 50 Ом цепи в режиме инъекции переменного тока (для модификаций НТИ-20 и НТИ-1000)

9.2.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 9.4.

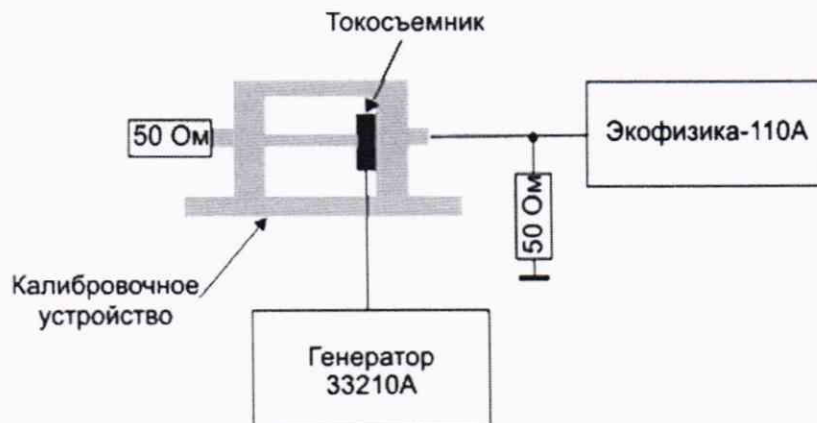


Рисунок 9.4

9.2.2 «ЭКОФИЗИКА 110А» установить в режим «Селективный микровольтметр».

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

9.2.4 Устанавливая частоту генератора в соответствии с таблицей 9.3 (в зависимости от модификации токосъемника) провести измерения по методике, изложенной в пп. 9.2.5 – 9.2.8.

9.2.5 Записать показания «ЭКОФИЗИКА 110А» $U_{ки}$, дБ (мкВ), в таблицу 9.5.

Таблица 9.5

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

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

$$K_u = 20 \cdot \lg (10^6 U_z) - U_{ки}. \quad (4)$$

9.2.7 Результаты расчетов занести в таблицу 9.5.

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

$$\Delta u = K_u - K_{ином}, \quad (5)$$

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

9.2.9 Результаты расчетов занести в протокол по форме, приведенной в таблице 9.5.

9.2.10 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 9.5.

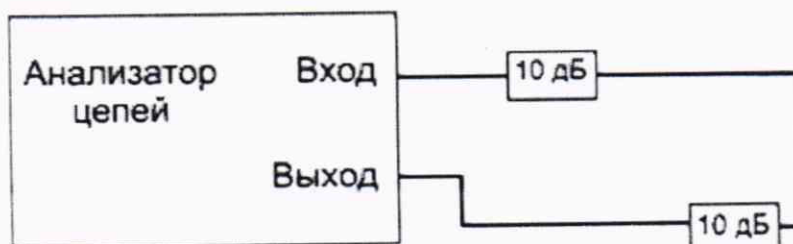


Рисунок 9.5

9.2.11 Установить анализатор цепей в режим измерений модуля коэффициента S_{21} в диапазоне частот в соответствии с таблицей 9.3.

9.2.12 На анализаторе цепей выполнить процедуру калибровка на перемычку.

9.2.13 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 9.6.

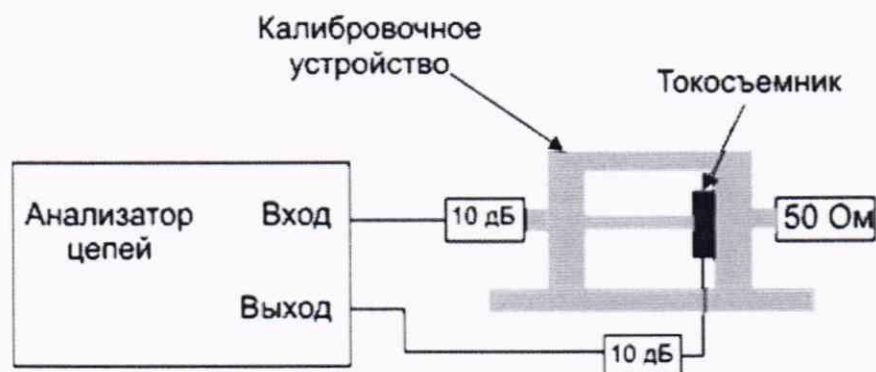


Рисунок 9.6

9.2.14 Провести измерения коэффициента S_{21} в 50 Ом цепи в режиме инъекции переменного тока на частотах, указанных в таблице 9.3 и рассчитать коэффициент передачи в 50 Ом цепи в режиме инъекции переменного тока K_u , дБ.

$$K_u = -S_{21} \quad (6)$$

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

9.2.16 Результаты измерения занести в таблицу 9.6.

Таблица 9.6

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

9.2.17 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 9.5 и 9.6, значения абсолютной погрешности коэффициента передачи, приведенные в графе 4 таблиц 9.5 и 9.6, находятся в пределах ± 3 дБ.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Результаты поверки считать положительными, если для измеренных значений коэффициента калибровки для всех частотных точек, приведенных в графе 1 таблицы 9.2, значения абсолютной погрешности коэффициента калибровки, приведенные в графе 4 таблицы 9.2 для токосъемников НТ-20 и НТИ-20 находятся в пределах $\pm 1,5$ дБ, а для токосъемников НТ-100 и НТИ-1000 в частотном диапазоне от 0,009 до 500 МГц находятся в пределах $\pm 1,5$ дБ и в частотном диапазоне свыше 500 до 1000 МГц находятся в пределах ± 2 дБ.

10.2 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 9.5 и 9.6, значения абсолютной погрешности коэффициента передачи, приведенные в графе 4 таблиц 9.5 и 9.6, находятся в пределах ± 3 дБ.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

11.2 При выполнении поверки в ограниченном объеме (см п. 2.2) в свидетельстве о поверке указывается частотный диапазон, для которого была произведена поверка.

11.3 Результаты поверки токосъемника подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца токосъемника или лица, представившего ее на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в формуляр токосъемника 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»



О.В. Каминский

Начальник лаборатории 123
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Е. Ескин