

СОГЛАСОВАНО

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

А.Н. Щипунов

2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Токосъёмники для проведения специальных исследований ТИ-2СИ

Методика поверки

МП 340-09-24

**р.п. Менделеево
2024 г.**

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки применяется для поверки токосъёмников для проведения специальных исследований ТИ-2СИ (далее – токосъёмники).

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование характеристики | Значение характеристики |
|---|-------------------------|
| Диапазон рабочих частот, кГц | от 0,09 до 2000 |
| Пределы допускаемого коэффициента калибровки, дБ | от -20 до 15 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента калибровки, дБ | ±1 |

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость к государственному первичному специальному эталону ГЭТ 88-2014 и к государственному первичному эталону ГЭТ 26-2010 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 17 марта 2022 г. № 668, и с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод косвенных измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполнять операции, представленные в таблице 2.

Таблица 2

| Наименование операции поверки | Обязательность выполнения операций поверки при | | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|---|--|-----------------------|--|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| Внешний осмотр средства измерений | да | да | 7 |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений | да | да | 8 |
| Определение метрологических характеристик средства измерений | да | да | 9 |
| Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | да | да | 10 |
| Оформление результатов поверки | да | да | 11 |

2.2 Не допускается проведение поверки токосъёмников в сокращённом объёме на поддиапазонах измерений, которые используются при эксплуатации, по соответствующим пунктам настоящей методики поверки.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

Проверку проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 °C до плюс 25 °C;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 % до 60 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

При поверке должны соблюдаться требования эксплуатационной документации поверяемого средства измерений, требования правил содержания и применения применяемых для поверки эталонов и требования эксплуатационных документов, применяемых для поверки средств измерений и вспомогательных технических средств.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей в области радиотехнических средств измерений и изучившие настоящую методику, документацию на токосъёмники и используемые средства поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 3

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|--|---|
| п. 8.1 Подготовка к поверке | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °C до +25 °C с абсолютной погрешностью не более 1 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 60 % с погрешностью не более 5 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106,7 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа | Приборы комбинированные Testo 622 (рег. № 53505-13) |
| п. 8.2 Опробование | Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,09 до 2000 кГц с пределами допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}$; Средства измерения переменного напряжения в диапазоне напряжения от 10 до 1000 мВ на частоте 10000 Гц; Вспомогательное оборудование: нагрузочный резистор ($50 \pm 0,5$) Ом | Генератор сигналов сложной формы AFG3022B (рег. № 41694-09) Мультиметр 3458A (рег. № 25900-03) |

Продолжение таблицы 3

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|--|--|
| п. 9 Определение метрологических характеристик средства измерений | <p>Рабочие эталоны 2-го разряда на номинальное значение переменного тока 0,05 А по Государственной поверочной схеме для средств измерений силы переменного электрического тока от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 А в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^6$ Гц (приказ Росстандарта № 668 от 17.03.2022);</p> <p>Рабочие эталоны 3-го разряда в диапазоне напряжения от 10 до 1000 мВ по Государственной поверочной схеме для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц (приказ Росстандарта № 1706 от 18.08.2023);</p> <p>Средства измерений мощности с диапазоном измерений мощности до 1 Вт в диапазоне частот от 0,1 до 2 МГц с пределом допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 0,4$ дБ по Государственной поверочной схеме для средств измерений мощности электромагнитных колебаний и отношений мощностей в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц (приказ Росстандарта № 3461 от 30.12.2019);</p> <p>Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,09 до 2000 кГц с пределами допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}$;</p> <p>Вспомогательное оборудование:</p> <p>нагрузочный резистор ($50 \pm 0,5$) Ом</p> | <p>Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03)</p> <p>Анализатор спектра FSV30 (рег. № 42593-09)</p> <p>Генератор сигналов сложной формы AFG3022B (рег. № 41694-09)</p> |

Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, обеспечивающие измерения параметров с необходимой точностью.

Все средства поверки должны быть исправны и иметь действующие свидетельства о поверке (аттестации).

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования раздела «Указание мер безопасности» руководства по эксплуатации средств поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- отсутствие коррозии корпуса и механических повреждений, ослабление органов управления, а также крепления элементов конструкции;
- полноту маркировки и её сохранность, все надписи должны быть читаемы;
- чистоту и исправность разъёмов;
- комплектность средства измерений на соответствие РЭ.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполнены требования п. 7.1.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполнить следующие операции:

- изучить руководство по эксплуатации (далее – РЭ) на поверяемое средство измерений и используемые средства поверки;
- заземлить (если это необходимо) средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в РЭ);
- проверить выполнение требований к условиям проведения поверки, указанным в разделе 3.

8.2 Опробование

8.2.1 Подготовить токосъёмник к работе согласно указаниям руководства по эксплуатации и включить питание. Выход генератора замкнуть с помощью проводника, проходящего через токовый трансформатор токосъёмника. Выход токосъёмника подключить к мультиметру через нагрузочный резистор 50 Ом. Установить выходное напряжение генератора 1 В (СК3) на частоте 10 кГц. По показаниям мультиметра убедиться в присутствии напряжения на выходе токосъёмника. Изменять уровень выходного напряжение генератора в пределах ± 6 дБ.

8.2.2 Результаты опробования считать положительными, если показания мультиметра изменяются в соответствии с изменением напряжения генератора.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Определение диапазона рабочих частот, коэффициента калибровки, относительной погрешности коэффициента калибровки

Подготовить токосъёмник к работе согласно указаниям руководства по эксплуатации и включить питание. К выходу генератора с помощью проводника, проходящего через токовый трансформатор токосъёмника, последовательно подключить мультиметр в режиме измерения тока и анализатор спектра. Установить на выходе генератора напряжение частотой 90 Гц и амплитудой, при которой показания мультиметра I будут равны 50000 мА, и, регулируя амплитуду выходного напряжения генератора, поддерживать эти показания в диапазоне частот от 90 Гц до 100 кГц. Выход токосъёмника через нагрузочный резистор 50 Ом подключить к другому мультиметру в режиме измерения напряжения.

Последовательно переключая частоту сигнала в диапазоне частот от 90 Гц до 100 кГц по ряду частот, приведённому в таблице 4 и поддерживая показания мультиметра I , на каждой частоте измерить выходное напряжение $U_{\text{вых}f}$ (мВ) токосъёмника и внести в соответствующую ячейку таблицы 4.

На частоте 100 кГц зафиксировать показания анализатора спектра, мультиметр из токовой цепи исключить. В диапазоне частот от 100 кГц до 2 МГц на всех частотах регулировать напряжение на выходе генератора так, чтобы показания анализатора спектра были равны зафиксированному. Последовательно переключая частоту сигнала в диапазоне частот от 100 кГц до 2 МГц по ряду частот, приведённому в таблице 4, с помощью мультиметра на каждой частоте измерить выходное напряжение $U_{\text{вых}f}$ (мВ) токосъёмника и внести в соответствующую ячейку таблицы 4.

Таблица 4

| f , Гц | $U_{\text{вых}f}$, мВ | K_f , дБ | Δ_f , дБ |
|----------|------------------------|------------|-----------------|
| 90 | | | |
| 95 | | | |
| 110 | | | |
| 125 | | | |
| 140 | | | |
| 175 | | | |
| 225 | | | |
| 275 | | | |
| 325 | | | |
| 375 | | | |
| 425 | | | |
| 475 | | | |
| 525 | | | |
| 575 | | | |
| 625 | | | |
| 675 | | | |
| 725 | | | |
| 775 | | | |
| 825 | | | |
| 875 | | | |
| 925 | | | |
| 975 | | | |
| 1025 | | | |
| 3025 | | | |
| 5025 | | | |
| 6025 | | | |
| 7025 | | | |
| 10025 | | | |
| 20025 | | | |
| 30025 | | | |
| 40025 | | | |
| 50025 | | | |
| 70025 | | | |
| 100025 | | | |

Продолжение таблицы 4

| | | | |
|---------|--|--|--|
| 300000 | | | |
| 500000 | | | |
| 700000 | | | |
| 1000000 | | | |
| 1500000 | | | |
| 1800000 | | | |
| 1900000 | | | |
| 2000000 | | | |

Коэффициент калибровки K_f (дБ) на каждой частоте f вычислить по формуле (1) и внести в соответствующую ячейку таблицы 4:

$$K_f = 20 \log_{10} \frac{I}{I_{\text{оп}}} - 20 \log_{10} \frac{1000U_{\text{вых}}f}{U_{\text{оп}}}, \quad (1)$$

где $U_{\text{вых}}f$ – измеренное значение напряжения, мВ;

$U_{\text{оп}} = 1$ мкВ – опорное значение напряжения;

$I = 50000$ мкА;

$I_{\text{оп}} = 1$ мкА – опорное значение силы тока.

Относительную погрешность Δ_f (дБ) коэффициента калибровки рассчитать по формуле (2) и внести в соответствующую ячейку таблицы 4:

$$\Delta_f = K_f^{\text{ПЭ}} - K_f, \quad (2)$$

где, $K_f^{\text{ПЭ}}$ – коэффициент калибровки, указанный в руководстве по эксплуатации, дБ.

Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне частот от 0,09 до 2000 кГц коэффициенты калибровки находятся в пределах от минус 20 до плюс 15 дБ и относительная погрешность коэффициента калибровки находится в пределах ± 1 дБ.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

На основании полученных в результате поверки метрологических характеристик, делается вывод о подтверждении соответствия средства измерений установленным метрологическим требованиям и пригодности средства измерений к дальнейшему применению согласно критериям результатов поверки, приведённым в разделе 9 настоящей методики поверки.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Сведения о результатах поверки токосъёмников передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства средств измерений. По заявлению владельца токосъёмника или лица, представившего его на поверку, на токосъёмник выдается свидетельство о поверке средства измерений установленной формы или, в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению токосъёмника с указанием причин забракования.

Начальник отдела 340 ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.С. Николаенко