


СОГЛАСОВАНО

**Генеральный директор
АО «АКТИ-Мастер»**




В.В. Федулов
« 14 » мая 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Пробники токовые ТСП300А

**Методика поверки
ТСП300А/МП-2021**

**Заместитель руководителя
метрологической лаборатории
АО «АКТИ-Мастер»**

 А.П. Лисогор

**Москва
2021**

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на пробники токовые ТСП300А, модификации ТСП305А и ТСП312А (далее – пробники), изготавливаемые компанией “Tektronix (China) Co., Ltd.” (Китай), и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1.2 Поверка обеспечивает прослеживаемость пробников:

- к государственному эталону ГЭТ 4-91 по государственной поверочной схеме для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А;
- к государственному эталону ГЭТ 13-01 по государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы.

1.3 Для определения коэффициента преобразования пробников на вход пробника подаются значения силы тока, воспроизводимые эталонным калибратором постоянного тока, и методом прямых измерений эталонным вольтметром производится определение значений напряжения на выходе пробника.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование	8	да	да
Определение погрешности коэффициента преобразования	9.1	да	да
Определение времени нарастания переходной характеристики	9.2	да	да

2.2 Поверка выполняется в полном объеме операций, указанных в таблице 1.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

В соответствии с ГОСТ 8.395-80 и с учетом условий, при которых нормируются метрологические характеристики пробников, а также по условиям применения средств поверки, при проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура воздуха в помещении $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха от 25 до 75 %;
- атмосферное давление от 85 до 106 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений, и имеющие документ о квалификации в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами в области аккредитации.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Наименование средства поверки	Номер пункта методики	Требуемые метрологические и технические характеристики	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер ФИФ ОЕИ
1	2	3	4
Эталоны и средства измерений			
Калибратор постоянного тока (эталон)	9.1	относительная погрешность воспроизведения силы постоянного тока от 2 до 10 А в пределах $\pm 0,2\%$	Калибратор универсальный 9100; рег. № 25985-09
Вольтметр постоянного напряжения (эталон)	9.1	относительная погрешность измерения постоянного напряжения от 2 до 4 В в пределах $\pm 0,05\%$	Мультиметр 3458А; рег. № 25900-03
Осциллограф	9.2	верхняя частота полосы пропускания не менее 2,5 ГГц при входном сопротивлении 50 Ом	Осциллограф цифровой DPO7254C; рег. № 53104-13
Вспомогательные технические средства			
Нагрузка проходная согласованная	9.1	BNC(m)-BNC(f); $(50 \pm 0,1) \Omega$	-
Адаптер	9.1	BNC(f)-banana(m,m)	-
Кабель коаксиальный	9.1	BNC(m,m)	-
Нагрузка токовая	9.2	указания по изготовлению даны в пункте 5.4	-
Генератор перепада напряжения	9.2	амплитуда импульсов не менее 2,5 В; длительность фронта импульсов не более 0,25 нс	Калибратор осциллографов 9500В с формирователем 9530

5.2 Вместо указанных средств поверки разрешается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие требуемые технические характеристики.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поверены и иметь свидетельства о поверке.

5.4 Токовая нагрузка схематично показана на рисунке 1. Она представляет собой отрезок коаксиального кабеля типа RG-58 50Ω длиной от 80 до 120 мм с разъемами BNC(m) и BNC(f). Посередине кабеля на отрезке длиной 30 мм внешняя изоляция кабеля удаляется, а экранная оплетка разрезается вдоль отрезка и посередине, обе части оплетки свиваются. При помощи медного провода длиной 30 мм концы свитых отрезков экранной оплетки соединяются пайкой.

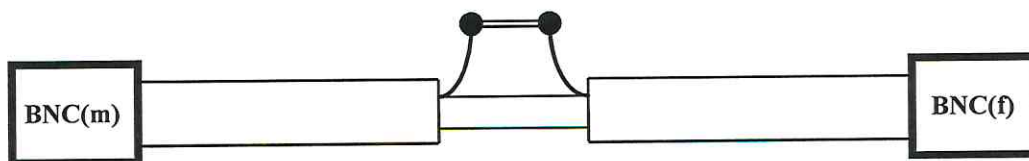


Рисунок 1 – Токовая нагрузка

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

6.2 Необходимо соблюдать меры предосторожности, изложенные в разделе «Основные указания по технике безопасности» руководства по эксплуатации пробников 077-1183-01-1R, а также меры безопасности, указанные в руководствах по эксплуатации средств поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 При проведении внешнего осмотра проверяются:

- соответствие пробника комплектации, заявленной на поверку, и правильность маркировки;
- чистота и исправность разъемов пробника и усилителя ТСРА300;
- отсутствие механических повреждений пробника и усилителя ТСРА300.

7.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого пробника, его следует направить заявителю поверки (пользователю) для ремонта.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

8.1 Перед началом работы следует изучить руководства по эксплуатации пробника 077-1183-01-1R и применяемых средств поверки.

8.2 Подключить штатными сетевыми кабелями усилитель ТСРА300 и средства поверки к электросети 230 В; 50 Гц.

Включить питание усилителя ТСРА300 и средств поверки.

8.3 После включения усилитель ТСРА300 выполняет автодиагностику и производит цикл включения/выключения для светодиодных индикаторов на передней панели.

Проверить, что светодиодные индикаторы находятся в следующих состояниях:

- индикатор размагничивания PROBE DEGAUSS AUTOBALANCE светится последовательно оранжевым, красным и зеленым цветом;
- индикатор перегрузки OVERLOAD светится последовательно оранжевым, красным и зеленым цветом;
- индикатор баланса MANUAL BALANCE светится оранжевым цветом;
- индикатор диапазонов RANGE светится зеленым цветом;
- индикатор вида связи по входу COUPLING светится зеленым цветом.

При обнаружении отклонений от указанных состояний индикаторов усилитель неисправен.

8.4 Подключить разъем кабеля пробника к разъему PROBE INPUT усилителя ТСРА300.

8.5 Проверить функционирование подвижного элемента в токовом пробнике. При открытом состоянии токовых клещей на усилителе ТСРА300 должен загореться индикатор PROBE OPEN.

8.6 Клавишей COUPLING установить на усилителе ТСРА300 режим связи по входу DC, при этом будет светиться соответствующий индикатор.

8.7 До начала операций поверки выдержать оборудование во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

Минимальное время прогрева 30 минут.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение погрешности коэффициента преобразования

9.1.1 Присоединить разъем коаксиального кабеля BNC(m,m) к разъему OUTPUT усилителя ТСРА300.

К другому разъему кабеля BNC(m,m) присоединить последовательно согласованную проходную нагрузку BNC(m)-BNC(f) и адаптер BNC(f)-banana(m,m).

Установить вилки адаптера в гнезда INPUT HI, INPUT LO мультиметра 3458А, соблюдая полярность.

9.1.2 Установить на мультиметре режим измерения постоянного напряжения с автоматическим выбором предела измерения.

9.1.3 Произвести размагничивание пробника, для чего при закрытом положении клещей и отсутствии провода внутри клещей нажать клавишу PROBE DEGAUSS AUTOBALANCE на панели усилителя ТСРА300. Выждать несколько секунд, пока индикатор не загорится зеленым цветом.

9.1.4 Убедиться в том, что выход калибратора 9100 находится в выключенном положении.

Присоединить к выходным гнездам “I+”, “I-” калибратора 9100 изолированный провод из комплекта калибратора либо иной изолированный провод с сечением провода не менее 1 мм^2 и внешним диаметром (по изоляции) не более 3,8 мм.

9.1.5 Установить на калибраторе режим воспроизведения постоянного тока, силу тока 0 А.

9.1.6 Раскрыть клещи пробника, пропустить провод в окно клещей, зафиксировать клещи в закрытом положении, расположив их перпендикулярно проводу. При этом следует соблюсти полярность таким образом, чтобы стрелка на пробнике была расположена в направлении от гнезда “I+” к гнезду “I-” калибратора.

9.1.7 Установить клавишей RANGE на усилителе ТСРА300 первый диапазон пробника, указанный в столбце 1 таблицы 9.1.

9.1.8 Активировать выход калибратора.

9.1.9 Установить на калибраторе силу тока положительной полярности (I+), указанную в столбце таблицы 9.1.

Записать измеренное мультиметром положительное значение напряжения (U+) в столбец 3 таблицы 9.1.

9.1.10 Установить на калибраторе силу тока отрицательной полярности (I-), указанную в столбце таблицы 9.1.

Записать измеренное мультиметром отрицательное значение напряжения (U-) в столбец 3 таблицы 9.1.

9.1.11 Вычислить значение $U = [(U+) - (U-)]$ и записать его в столбец 4 таблицы 9.1.

9.1.12 Выполнить действия по пунктам 9.1.7, 9.1.9 – 9.1.11 для второго диапазона пробника.

9.1.13 Отключить выход калибратора.

Таблица 9.1.1 – Погрешность коэффициента преобразования пробника ТСП305А

Диапазон (RANGE)	Сила тока калибратора А	Измеренное значение напряжения, В	Значение напряжения $U = [(U+) - (U-)]$, В	Пределы допускаемых значений суммарного напряжения, В
1	2	3	4	5
5 А/В	(I+) = +10			3,88 ... 4,12
	(I-) = -10			
10 А/В	(I+) = +10			1,94 ... 2,06
	(I-) = -10			

Таблица 9.1.2 – Погрешность коэффициента преобразования пробника ТСП312А

Диапазон (RANGE)	Сила тока калибратора А	Измеренное значение напряжения, В	Значение напряжения $U = [(U+) - (U-)]$, В	Пределы допускаемых значений суммарного напряжения, В
1	2	3	4	5
1 А/В	(I+) = +2			3,88 ... 4,12
	(I-) = -2			
10 А/В	(I+) = +10			1,94 ... 2,06
	(I-) = -10			

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: значения напряжения в столбце 4 таблицы 9.1 должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 5 таблицы 9.1. Пределы допускаемых значений рассчитаны исходя из пределов допускаемой относительной погрешности коэффициента преобразования $\pm 3\%$.

9.2 Определение времени нарастания переходной характеристики

9.2.1 Выполнить предварительную проверку времени нарастания переходной характеристики измерительной схемы, для чего выполнить следующие действия.

9.2.1.1 Убедиться в том, что выход калибратора 9500В находится в выключенном положении.

Присоединить разъем формирователя 9530 калибратора 9500В к входному разъему канала 1 осциллографа DPO7254С.

9.2.1.2 Установить на калибраторе 9500В режим формирования импульсов с длительностью переднего фронта 150 пс (клавиши EDGE, FAST), частоту 1 МГц, амплитуду 2,5 В.

9.2.1.3 Установить на канале 1 осциллографа DPO7254С входное сопротивление 50 Ом, коэффициент отклонения 1 В/дел, коэффициент развертки 100 пс/дел.

9.2.1.4 Активировать выход калибратора.

Измерить длительность переднего фронта наблюдаемого импульса по уровням (10/90) %, используя функцию измерения (Rise Time) или курсоры. Она должна быть не более 350 пс.

Перевести выход калибратора в выключенное положение.

Отсоединить разъем формирователя 9530 от входного разъема канала осциллографа.

9.2.2 Присоединить к разъему формирователя 9530 разъем BNC(f) токовой нагрузки (пункт 5.4).

9.2.3 Установить на разъем BNC(m) токовой нагрузки согласованную проходную нагрузку.

9.2.4 Произвести размагничивание пробника, для чего при закрытом положении клещей и отсутствии провода внутри клещей нажать клавишу PROBE DEGAUSS AUTOBALANCE на панели усилителя ТСРА300. Выждать несколько секунд, пока индикатор не загорится зеленым цветом.

9.2.5 Пропустить центральный проводник кабеля токовой нагрузки (отрезок посередине без изоляции) в окно клещей пробника, и закрыть клещи, расположив их перпендикулярно проводнику. При этом следует соблюсти полярность таким образом, чтобы стрелка на пробнике была направлена в сторону от формирователя 9530.

9.2.6 Соединить кабелем BNC(m,m) разъем OUTPUT усилителя ТСРА300 с входным разъемом канала 1 осциллографа DPO7254C.

9.2.7 Установить на калибраторе параметры, как указано в пункте 9.2.1.2. При активации калибратора примерное значение амплитуды импульса тока будет равно 50 мА.

9.2.8 Установить клавишей RANGE на усилителе ТСРА300 диапазон пробника, указанный в столбце 1 таблицы 9.2.

Установить на осциллографе входное сопротивление 50 Ом и параметры, указанные в столбцах 2 и 3 таблицы 9.2.

9.2.9 Активировать выход калибратора.

9.2.10 Регулировкой положения фронта импульса по вертикали (Position) добиться того, чтобы наблюдался весь передний фронт импульса.

Измерить длительность переднего фронта импульса по уровням (10/90) %, используя функцию измерения (Rise Time) или курсоры, записать измеренное значение в столбец 4 таблицы 9.2.

Таблица 9.2.1 – Время нарастания переходной характеристики пробника ТСР305А

Диапазон (RANGE)	Параметры осциллографа		Измеренное время длительности фронта импульса, нс	Верхний предел длительности фронта импульса, нс
	коэффициент отклонения, мВ/дел	коэффициент развертки, нс/дел		
1	2	3	4	5
5 A/B	2	2,5		7,0

Таблица 9.2.2 – Время нарастания переходной характеристики пробника ТСР312А

Диапазон (RANGE)	Параметры осциллографа		Измеренное время длительности фронта импульса, нс	Верхний предел длительности фронта импульса, нс
	коэффициент отклонения, мВ/дел	коэффициент развертки, нс/дел		
1	2	3	4	5
1 A/B	10	1		3,5

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренное время длительности фронта импульса не должно превышать допускаемое значение, указанное в столбце 5 таблицы 9.2 (оно соответствует времени нарастания переходной характеристики пробника).

9.2.11 Выключить оборудование, отсоединить клещи пробника от токовой нагрузки.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки представляются в соответствии с действующими правовыми нормативными документами и передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При положительных результатах по запросу оформляется свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с описанием типа средства измерений.

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, по запросу выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причин непригодности.

Протокол поверки оформляется в произвольной форме (отдельным документом либо на обратной стороне свидетельства о поверке). В протоколе поверки допускается привести качественные результаты измерений с выводами о соответствии поверенного пробника метрологическим требованиям без указания измеренных числовых значений величин.