

СОГЛАСОВАНО

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



А.Н. Щипунов

2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Антенны измерительные логопериодические
П6-322

Методика поверки
П6-322-2021 МП

р.п. Менделеево
2021 г.

Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства поверки	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7 Внешний осмотр	5
8 Подготовка к поверке и опробование средства поверки	5
9 Определение метрологических характеристик средства измерений	6
9.1 Определение КСВН	6
9.2 Определение абсолютной погрешности коэффициента калибровки	6
10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
11 Оформление результатов поверки	8

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок антенн измерительных логопериодических П6-322 (исполнение П6-322 и исполнение П6-322М) (далее – антенны П6-322), предназначенных для измерений напряженности электрического поля (далее – НЭП) и плотности потока энергии (далее – ППЭ) в комплекте с измерительными приёмными устройствами (измерительным приемником, селективным микровольтметром, анализатором спектра, ваттметром поглощаемой мощности), а в комплекте с генераторами сигналов – для возбуждения электромагнитного поля с заданной НЭП или ППЭ, изготавливаемых Акционерным Обществом «СКАРД-Электроникс» (АО «СКАРД-Электроникс»), г. Курск.

1.2 Первичной поверке подлежат антенны П6-322, выпускаемые из производства и выходящие из ремонта.

Периодической поверке подлежат антенны П6-322, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечиваются:

– передача размера единицы эффективной площади антенн в соответствии с ГОСТ Р 8.574-2000 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот от 0,3 до 178,4 ГГц», подтверждающая прослеживаемость результатов измерений к Государственному первичному эталону единицы плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот от 0,3 до 178 ГГц ГЭТ 160-2006;

– передача размера единицы коэффициента калибровки антенн в соответствии с ГОСТ Р 8.805-2012 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений напряженности электрического поля в диапазоне частот от 0,0003 до 2500 МГц», подтверждающая прослеживаемость результатов измерений к Государственному первичному эталону единицы напряженности электрического поля в диапазоне частот от 0,0003 до 1000 МГц ГЭТ 45-2011.

Поверка антенн П6-322 в соответствии с государственными поверочными схемами (приложение А ГОСТ Р 8.574-2000 и приложение А ГОСТ Р 8.805-2012) проводится методом непосредственного сличения.

1.4 В результате поверки антенн П6-322 должны быть подтверждены следующие требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Требования, подтверждаемые при поверке

Наименование требования (характеристики)	Значение
КСВН входа, не более	2,5
Пределы допускаемой погрешности коэффициента калибровки, дБ	±2,0

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки антенн П6-322 должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки антенн П6-322

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений	9	–	–
Определение КСВН	9.1	да	нет
Определение абсолютной погрешности коэффициента калибровки	9.2	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 2, поверка прекращается и антенна П6-322 признается непригодной к применению.

2.3 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или отдельных автономных блоков или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться условия, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Условия поверки антенн П6-322

Влияющая величина	Значение
Температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25
Относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80
Атмосферное давление, мм рт. ст.	от 630 до 795

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами с высшим или средним техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в установленном порядке и имеющим квалификационную группу электробезопасности не ниже второй.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом КНПР.464641.020 РЭ «Антенны измерительные логопериодические П6-322, П6-322М. Руководство по эксплуатации» (далее – КНПР.464641.020 РЭ).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки антенн П6-322 должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Средства измерений для поверки антенн П6-322

Номер пункта МП	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
9.1	Анализатор электрических цепей векторный/анализатор спектра ZVL3, диапазон частот от 9 кГц до 3 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента отражения $ S_{11} $ и $ S_{22} $ для диапазона модуля коэффициента отражения от 0 до минус 15 дБ $\pm 0,4$ дБ; для диапазона модуля коэффициента отражения от минус 15 до минус 25 дБ $\pm 1,0$ дБ; для диапазона модуля коэффициента отражения от минус 25 до минус 35 дБ $\pm 3,0$ дБ
8.2, 8.3, 9.2	Рабочий эталон единицы коэффициента калибровки измерительных электрических антенн 2 разряда РЭИА-1 (далее – РЭИА-1) (по ГОСТ Р 8.805-2012), диапазон частот от 26 до 1000 МГц, диапазон измерения коэффициента калибровки поверяемых антенн от 0 до 50 дБ (1 м^{-1}), пределы допускаемой абсолютной погрешности коэффициента калибровки $\pm 1,0$ дБ
9.2	Рабочий эталон единицы коэффициента усиления измерительных антенн РЭИА-2 (далее – РЭИА-2) (по ГОСТ 8.574-2000), диапазон частот от 0,3 до 40 ГГц, диапазон измерений коэффициента усиления от 0 до 28 дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности определения коэффициента усиления $\pm 0,5$ дБ
9.2	Рулетка измерительная металлическая two COMP 5 m, класс точности 2

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, которые обеспечат измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

5.3 Средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые действующими правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, действующим санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами при работе с СВЧ излучением, а также требования безопасности, приведёнными в эксплуатационной документации на антенны П6-322 и средства поверки.

6.2 Средства поверки должны быть надёжно заземлены в соответствии с документацией.

6.3 Сборку измерительной схемы и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

6.4 Размещение и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 При проведении внешнего осмотра антенны П6-322 проверить:

– комплектность, маркировку и пломбировку согласно эксплуатационной документации (далее – ЭД);

– отсутствие механических повреждений и чистоту соединительного разъема;

– отсутствие видимых механических повреждений на составных частях антенн П6-322;

– состояние лакокрасочных покрытий;

– прочность крепления элементов конструкции антенн П6-322.

7.2 Результат внешнего осмотра антенны П6-322 считать положительным, если:

– комплектность соответствует документам КНПР.464641.020 ФО «Антенна измерительная логопериодическая П6-322. Формуляр» (далее – КНПР.464641.020 ФО) или КНПР.464641.026 ФО «Антенна измерительная логопериодическая П6-322М. Формуляр» (далее – КНПР.464641.026 ФО);

– маркировка и пломбировка соответствуют КНПР.464641.020 РЭ;

– высокочастотный разъем антенны П6-322 чист;

– отсутствуют видимые механические повреждения антенны П6-322;

– крепления элементов конструкции антенны П6-322 прочны;

– отсутствуют повреждения лакокрасочных покрытий.

В противном случае результаты внешнего осмотра считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Установить антенну П6-322 (П6-322М) на штатив (треногу).

8.2 Проверить исправность соединительного высокочастотного разъема.

Для этого подсоединить высокочастотный кабель N-типа из состава Государственного рабочего эталона единицы коэффициента калибровки измерительных электрических антенн 2 разряда РЭИА-1 на вход антенны П6-322 (П6-322М).

8.3 Сориентировать антенну П6-322 (П6-322М) по высоте и азимуту. Для этого ослабить фиксирующие болты на штативе (треноге), поднять антенну на необходимую высоту и сориентировать ее по азимуту, затянуть болты.

8.4 Результаты опробования антенны П6-322 считать положительными, если:

– высокочастотный кабель из состава РЭИА-1 присоединяется к входному высокочастотному разъему антенны П6-322 (П6-322М);

– имеется возможность ориентировать антенну П6-322 (П6-322М) по высоте и азимуту.

В противном случае результаты опробования считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение КСВН

9.1.1 Определение КСВН входа поверяемой антенны П6-322 (П6-322М) проводить с помощью анализатора электрических цепей векторного/анализатора спектра ZVL3 (далее – ZVL3) в соответствии с руководством по его эксплуатации.

9.1.2 Измерения проводить в режиме панорамного обзора на частотах f_i : 80 МГц, от 100 до 3000 МГц включительно, с шагом 100 МГц.

При измерении КСВН поверяемую антенну П6-322 (П6-322М) сориентировать в сторону, свободную от отражающих предметов и на удалении от них не менее 3 м.

9.1.3 Подключить антенну П6-322 (П6-322М) с помощью кабеля из состава РЭИА-1 (РЭИА-2) к ZVL3.

9.1.4 Выполнить измерения КСВН – $K_{cmU}^{f_i}$, где f_i – частота измерений.

Результат измерений зафиксировать в рабочем журнале.

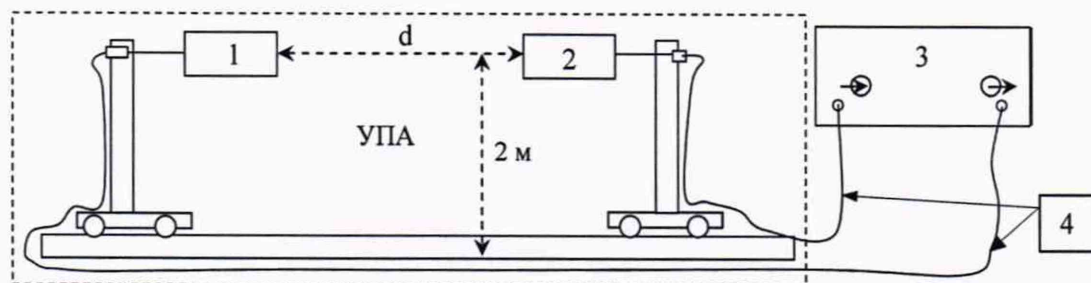
9.1.5 Результаты поверки считать положительными, если значения K_{cmU} в диапазоне частот от 80 до 3000 МГц включительно, не более 2,5.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

9.2 Определение абсолютной погрешности коэффициента калибровки

9.2.1 Определить значения коэффициента калибровки $K_A^{f_i}$ антенн П6-322 (П6-322М) на частотах f_i : 80 МГц, от 100 до 3000 МГц включительно с шагом 100 МГц.

9.2.2 Для проведения измерений собрать схему измерений, приведенную на рисунке 1.



УПА – установка перемещения антенн;

1 – излучатель;

2 – измерительная антенна (эталонные антенны из состава РЭИА-1 или РЭИА-2, или поверяемая антенна П6-322 (П6-322М));

3 – измерительный приемник ESPI3 с треккинг-генератором из состава РЭИА-1;

4 – соединительные кабели из состава РЭИА-1

Рисунок 1

9.2.3 В качестве излучателя использовать антенны из состава РЭИА-1, РЭИА-2. Излучатель устанавливать в горизонтальной поляризации и ориентировать таким образом, чтобы направление распространения электромагнитной волны было параллельно оси УПА и направлено вдоль УПА.

9.2.4 В качестве измерительной антенны использовать эталонные антенны из состава РЭИА-1, РЭИА-2 или поверяемую антенну П6-322 (П6-322М).

Эталонную антенну устанавливать от излучателя на расстоянии $d = 3$ м.

Поверяемую антенну П6-322 (П6-322М) устанавливать:

– на частотах 80 и 100 МГц так, чтобы «носик» испытываемой антенны П6-322 (П6-322М) находился на расстоянии $d = 1,5$ м от излучателя;

– на частоте 200 МГц так, чтобы «носик» испытываемой антенны П6-322 (П6-322М) находился на расстоянии $d = 2,0$ м от излучателя;

– на остальных частотах расстояние между «носиком» испытываемой антенны П6-322 (П6-322М) и излучателем было равно $d = 3,0$ м.

Расстояние d контролировать с помощью рулетки измерительной.

9.2.5 Все измерения проводить при одном значении выходной мощности трекинг-генератора измерительного приемника ESPI3 – 0 дБ (1 мВт).

9.2.6 Установить на измерительном приемнике ESPI3 частоту измерения f_i в соответствии с п. 9.2.1.

9.2.7 Подключить излучатель к выходу трекинг-генератора измерительного приемника ESPI3 кабелем из состава РЭИА-1.

9.2.8 В соответствии с установленной частотой f_i выбрать эталонную антенну (таблица 5). Подключить эталонную антенну к входу измерительного приемника ESPI3.

Таблица 5 – Эталонные антенны

f_i , МГц	Тип эталонной антенны
80	АДЭ-1 из состава РЭИА-1
100	
200	
от 300 до 3000	ЛПА 2-01 из состава РЭИА-2

9.2.9 Перевести трекинг-генератор измерительного приемника ESPI3 в состояние «ВКЛЮЧЕН». По показаниям дисплея произвести отсчет среднего квадратического значения напряжения $U_{\text{Э}}^{f_i}$, дБ (1 мкВ), на выходе эталонной антенны.

Зафиксировать результат в рабочем журнале.

Установить трекинг-генератор в состояние «ВЫКЛЮЧЕН».

9.2.10 Заменить эталонную антенну на УПА поверяемой антенной П6-322 (П6-322М) и подключить ее к входу измерительного приемника ESPI3 тем же кабелем, что и подключалась эталонная антенна.

Перевести трекинг-генератор измерительного приемника ESPI3 в состояние «ВКЛЮЧЕН». По показаниям дисплея произвести отсчет среднего квадратического значения напряжения $U_A^{f_i}$, в дБ (1 мкВ) на выходе поверяемой антенны П6-322 (П6-322М).

Зафиксировать результат в рабочем журнале.

9.2.11 Повторить операции п.п. 9.2.6 – 9.2.10 для всех частот f_i , приведенных в п. 9.2.1

9.2.12 Вычислить (для всех f_i) значение коэффициента калибровки поверяемой антенны П6-322 (П6-322М) $K_A^{f_i}$, дБ (1 м^{-1}), по формуле (1):

$$K_A^{f_i} = K_{\text{Э}}^{f_i} + U_{\text{Э}}^{f_i} - U_A^{f_i}, \quad (1)$$

где $K_{\text{Э}}^{f_i}$, дБ (1 м^{-1}) – значения коэффициента калибровки эталонной антенны;

$U_{\text{Э}}^{f_i}$, дБ (1 мкВ) – напряжение, измеренное на выходе эталонной антенны в п. 5.5.9;

$U_A^{f_i}$, дБ (1 мкВ) – напряжение, измеренное на выходе поверяемой антенны П6-322 (П6-322М) в п. 9.2.10.

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

9.2.13 Рассчитать абсолютную погрешность коэффициента калибровки $\Delta_K^{f_i}$, в [дБ], по формуле (2):

$$\Delta_K^{f_i} = K_{\text{тип}}^{f_i} - K_A^{f_i}, \quad (2)$$

где $K_{\text{тип}}^{f_i}$ – значения коэффициента калибровки на частоте f_i поверяемой антенны П6-322 (П6-322М), приведенные в КНПР.464641.020 РЭ или КНПР.464641.020 ФО;

$K_A^{f_i}$ – значения коэффициента калибровки на частоте f_i поверяемой антенны П6-322 (П6-322М), полученные в п. 9.2.12.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение КСВН

Результаты поверки считать положительными, если значения КСВН K_{cmU} в диапазоне рабочих частот от 80 до 3000 МГц включительно, не более 2,5.

10.2 Определение абсолютной погрешности коэффициента калибровки

Результаты поверки считать положительными, если всем диапазоне рабочих частот от 80 до 3000 МГц значения абсолютной погрешности коэффициента калибровки $\Delta_K^{f_i}$ находятся в пределах $\pm 2,0$ дБ.

10.3 При положительных результатах проверок соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, поверяемой антенны П6-322 подтверждено.

10.4 При отрицательных результатах проверок соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, поверяемой антенны П6-322 не подтверждено и поверяемая антенна П6-322 признаётся непригодной к применению.

11 ФОРМИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

11.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца антенны П6-322, или лица, предъявившего ее на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке, и (или) в руководство по эксплуатации вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

Знак поверки наносить в виде наклейки или оттиска клейма поверителя на свидетельство о поверке.

11.3 Антенна П6-322, имеющая отрицательные результаты поверки в обращение не допускается, и на нее выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин бракования.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Научный сотрудник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

С.Л. Неустроев