

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 обеспечивается:

– 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 ( $1 \text{ м}^{-1}$ ), 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 надежно 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.

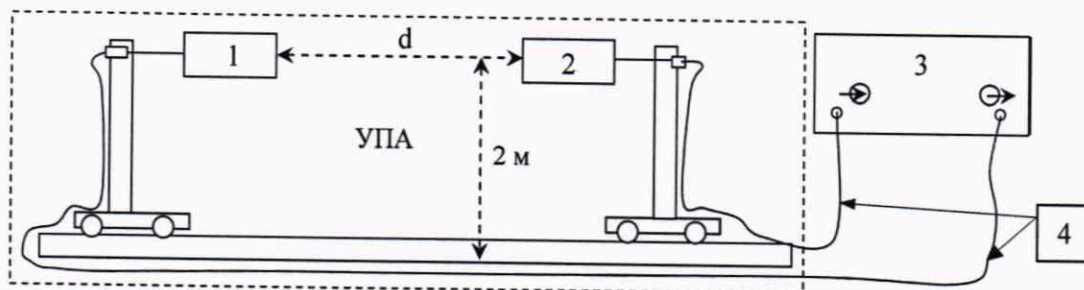
9.1.5 Результаты поверки считать положительными, если значения  $K_{cmU}$  в диапазоне частот от 80 до 3000 МГц включительно, не более 2,5.

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 трекинг-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» испытуемой антенны П6-322 (П6-322М) находился на расстоянии  $d = 1,5$  м от излучателя;

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

– на остальных частотах расстояние между «носиком» испытуемой 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  $U_3^{f_i}$ , 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 ( $1 \text{ м}^{-1}$ ), по формуле (1):

$$K_A^{f_i} = K_3^{f_i} + U_3^{f_i} - U_A^{f_i}, \quad (1)$$

где  $K_3^{f_i}$ , дБ ( $1 \text{ м}^{-1}$ ) – значения коэффициента калибровки эталонной антенны;

$U_3^{f_i}$ , 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  $K_{\text{cmU}}$  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 ФОРМЛИЕНИЕ 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