

СОГЛАСОВАНО

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

А.Н. Щипунов



М.п.

08

2022 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**  
**Антенны измерительные рупорные**  
**П6-225**

**Методика поверки**  
**МП П6-225-2022**

р.п. Менделеево  
2022 г.

## Содержание

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

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на антенны измерительные рупорные П6-225 (далее – антенны П6-225), изготавливаемые акционерным обществом «СКАРД-Электроникс» (АО «СКАРД-Электроникс»), г. Курск, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

Антенны П6-225 имеют три модификации: антенна П6-225/1, антенна П6-225/2 и антенна П6-225/3. Модификации отличаются диапазоном частот, минимальным коэффициентом усиления, внутренними размерами волновода и габаритными размерами.

1.2 Первичной поверке подлежат антенны П6-225, выпускаемые из производства и выходящие из ремонта.

Периодической поверке подлежат антенны П6-225, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача размера единицы эффективной площади (коэффициента усиления) 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.

Поверка антенн П6-225 в соответствии с государственной поверочной схемой (приложение А ГОСТ Р 8.574-2000) проводится методом сличением с помощью компаратора (эталонной антенны).

1.4 В результате поверки антенн П6-225 должны быть подтверждены следующие требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Требования, подтверждаемые при поверке

Наименование требования (характеристики)	Значение
Диапазон рабочих частот, ГГц	
антенны П6-225/1	от 1 до 2 включ.
антенны П6-225/2	от 2 до 4 включ.
антенны П6-225/3	от 4 до 8 включ.
КСВН входа, не более	1,5
Коэффициент усиления, дБ, не менее	
антенны П6-225/1	14
антенны П6-225/2	12
антенны П6-225/3	15
Пределы допускаемой абсолютной погрешности коэффициента усиления, дБ	
антенны П6-225/1	±0,6
антенны П6-225/2	±0,6
антенны П6-225/3	±0,6

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки антенн П6-225 должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки антенн П6-225

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	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений	да	да	9
Определение КСВН и диапазона рабочих частот	да	да	9.1
Определение коэффициента усиления и абсолютной погрешности коэффициента усиления	да	да	9.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 2, поверка прекращается и антенна П6-225 признается непригодной к применению.

2.3 Не допускается проведение поверки антенн П6-225 на меньшем числе частот, указанных в настоящей МП.

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

Таблица 3 – Условия поверки антенн П6-225

Влияющая величина	Значение
Температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +25
Относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 70
Атмосферное давление, кПа (мм.рт.ст.)	от 84 до 106,7 (от 630 до 800)

## 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.464315.006 РЭ «Антенны измерительные рупорные эталонные П6-225. Руководство по эксплуатации» (далее – КНПР.464315.006 РЭ).

## 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки антенн П6-225 должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Средства измерений для поверки антенн П6-225

Пункты МП, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.2	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 1$ °С	Измеритель температуры и влажности ИТВ 1522D, рег. № 20857-07* Термогигрометр ИВА-6Н-КП-Д, рег. № 46434-11*
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 75% с абсолютной погрешностью не более $\pm 3$ %	Измеритель температуры и влажности ИТВ 1522D, рег. № 20857-07* Термогигрометр ИВА-6Н-КП-Д, рег. № 46434-11*
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт.ст.), с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18* Термогигрометр ИВА-6Н-КП-Д, рег. № 46434-11*
8.3, 9.1	Измерители коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) в диапазоне частот от 1 до 8 ГГц включительно, диапазон измерений КСВН от 1 до 5 с относительной погрешностью не более $(1+4 \cdot K_{CTU}) \%^{**}$	Анализатор электрических цепей векторный ZVA 24, рег. № 37173-08*
8.3, 9.2	Рабочие эталоны единицы эффективной площади измерительных антенн (по ГОСТ Р 8.574-2000) диапазон частот от 1 до 8 ГГц включительно, диапазон измерений эффективной площади антенн от $3 \cdot 10^{-4}$ до $5 \cdot 10^{-2}$ м <sup>2</sup> с относительной погрешностью измерений эффективной площади антенн $\pm (6-16)$ % Рабочие эталоны единицы коэффициента усиления измерительных антенн (по ГОСТ Р 8.574-2000) в диапазоне частот от 1 до 8 ГГц включительно, диапазон измерений коэффициента усиления от 10 до 25 дБ с абсолютной погрешностью измерений коэффициента усиления антенн $\pm 0,5$ дБ	Государственный рабочий эталон единицы коэффициента усиления измерительных антенн РЭИА-2, рег. № 3.1.ZZT.0088.2013*
9.2	Средства измерений расстояния от 1 до 20 м с абсолютной погрешностью $\pm 1$ см	Дальномер лазерный Leica DISTO D3a, рег. № 44938-10* Рулетка измерительная металлическая two COMP 5 m, класс точности 2 по ГОСТ 7502-98, рег. № 68600-17*
<p>* – рег. № ___ – регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. ** – <math>K_{CTU}</math> – измеренное значения КСВН.</p>		

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 4.

## **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 П6-225 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 Внешний осмотр антенны П6-225 проводить визуально.

При этом проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку;
- отсутствие видимых механических повреждений антенны П6-225, влияющих на ее работу;
- чистоту и отсутствие видимых повреждений входного ВЧ соединителя;
- состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок.

7.2 Проверку комплектности антенны П6-225/1 проводить сличением действительной комплектности с данными, приведенными в документе КНПР.464315.006 ФО «Антенна измерительная рупорная П6-225/1. Формуляр» (далее – КНПР.464315.006 ФО).

7.3 Проверку комплектности антенны П6-225/2 проводить сличением действительной комплектности с данными, приведенными в документе КНПР.464318.016 ФО «Антенна измерительная рупорная П6-225/2. Формуляр» (далее – КНПР.464315.018 ФО).

7.4 Проверку комплектности антенны П6-225/3 проводить сличением действительной комплектности с данными, приведенными в документе КНПР.464315.007 ФО «Антенна измерительная рупорная П6-225/3. Формуляр» (далее – КНПР.464315.007 ФО).

7.5 Проверку маркирования и пломбирования (наклейки) антенн П6-225 производить путем внешнего осмотра и сличением с данными, приведенными в документе «Антенны измерительные рупорные П6-225. Руководство по эксплуатации КНРП.464653.058 РЭ» (далее – КНПР.464315.006 РЭ).

7.6 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если:

- комплектность поверяемой антенны П6-225/1 соответствует разделу 5 КНПР.464315.006 ФО;
- комплектность поверяемой антенны П6-225/2 соответствует разделу 5 КНПР.464318.016 ФО;
- комплектность поверяемой антенны П6-225/3 соответствует разделу 5 КНПР.464315.007 ФО;
- маркировка и пломбировка (наклейка) поверяемой антенны П6-225 соответствует разделу 13 КНПР.464315.006 РЭ;
- фирменная наклейка поверяемой антенны П6-225 цела;
- входной ВЧ соединитель поверяемой антенны П6-225 целый и чистый;
- отсутствуют видимые механические повреждения поверяемой антенны П6-225;
- отсутствуют повреждения лакокрасочных покрытий поверяемой антенны П6-225, маркировки четкие.

В противном случае результаты внешнего осмотра антенны П6-225 считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.



## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением операций поверки необходимо произвести подготовительные работы, установленные в разделе 5 КНПР.464315.006 РЭ и в руководствах по эксплуатации применяемых средств поверки.

### 8.2 Контроль условий поверки

8.2.1 Провести измерения температуры окружающего воздуха, относительной влажности окружающего воздуха и атмосферного давления в помещении, в котором будет выполняться поверка. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

8.2.2 Результаты контроля условий поверки считать положительными, если значения температуры окружающего воздуха, относительной влажности окружающего воздуха и атмосферного давления в помещении, в котором будет выполняться поверка, соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

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

### 8.3 Опробование

8.3.1 Установить испытываемую антенну П6-225 на треногу из состава рабочего эталона единицы коэффициента усиления измерительных антенн РЭИА-2 (далее – РЭИА-2).

Вращением ручки плавного подъема на треноге установить поверяемую антенну П6-225 на нужную высоту.

Установить поверяемую антенну П6-225 таким образом, чтобы геометрическая ось была перпендикулярна плоскости раскрыва антенны, при этом необходимо учитывать направление поляризации антенн.

8.3.2 Выполнить присоединение поверяемой антенны П6-225 к средству измерений КСВН – ZVA 24.

Отсоединить поверяемую антенну П6-225 от ZVA 24.

8.3.3 Выполнить присоединение поверяемой антенны П6-225 к преобразователю измерительному NRP-Z55 (далее – NRP-Z55) из РЭИА-2.

Отсоединить поверяемую антенну П6-225 от NRP-Z55.

8.3.4 Результаты опробования считать положительными, если

- поверяемая антенна П6-225 устанавливается на треногу;
- поверяемая антенна П6-225 ориентируется по высоте, азимуту и углу места;
- выполнено присоединение поверяемой антенны П6-225 к ZVA 24;
- выполнено присоединение поверяемой антенны П6-225 к NRP-Z55.

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

## 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 9.1 Определение КСВН и диапазона рабочих частот

9.1.1 Определение КСВН входа поверяемой антенны П6-225 проводить с помощью ZVA 24 в соответствии с руководством по его эксплуатации.

9.1.2 Измерения проводить в режиме панорамного обзора на частотах  $f_i$ :

- антенны П6-225/1 от 1,0 до 2,0 ГГц включительно с шагом 0,1 ГГц;
- антенны П6-225/2 от 2,0 до 4,0 ГГц включительно с шагом 0,5 ГГц;
- антенны П6-225/3 от 4,0 до 8,0 ГГц включительно с шагом 0,5 ГГц.

9.1.3 При измерении КСВН поверяемую антенну П6-225 ориентировать в сторону, свободную от отражающих предметов и на удалении от них не менее 3 м.

9.1.4 Подключить поверяемую антенну П6-225 к ZVA 24.

9.1.5 Выполнить измерения КСВН –  $K_{cmU}^{f_i}$ , где  $f_i$  – частота измерений (см. п. 9.1.2).

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

9.1.6 Результаты поверки (определения КСВН и определение диапазона рабочих частот) считать положительными, если:

- для антенны П6-225/1 в диапазоне частот от 1,0 до 2,0 ГГц включительно значения  $K_{cmU}^{f_i}$  не более 1,5;
- для антенны П6-225/2 в диапазоне частот от 2,0 до 4,0 ГГц включительно значения  $K_{cmU}^{f_i}$  не более 1,5;
- для антенны П6-225/3 в диапазоне частот от 4,0 до 8,0 ГГц включительно значения  $K_{cmU}^{f_i}$  не более 1,5.

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

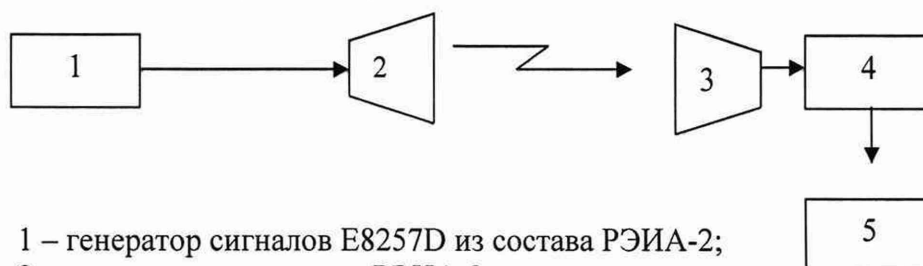
## 9.2 Определение коэффициента усиления и абсолютной погрешности коэффициента усиления

9.2.1 Измерения для определения абсолютной погрешности коэффициента усиления проводить в помещении размерами не менее (6×6) м, с высотой потолка не менее 4 м. В зоне измерений не допускается нахождение предметов, имеющих отражающие металлические поверхности.

9.2.2 Определить, используя РЭИА-2, значения коэффициентов усиления поверяемой антенны П6-225 на частотах  $f_i$ :

- антенны П6-225/1 от 1,0 до 2,0 ГГц включительно с шагом 0,1 ГГц;
- антенны П6-225/2 от 2,0 до 4,0 ГГц включительно с шагом 0,5 ГГц;
- антенны П6-225/3 от 4,0 до 8,0 ГГц включительно с шагом 0,5 ГГц.

9.3.3 Для проведения измерений собрать схему в соответствии с рисунком 1.



- 1 – генератор сигналов E8257D из состава РЭИА-2;
- 2 – излучатель из состава РЭИА-2;
- 3 – поверяемая антенна П6-225;
- 4 – преобразователь измерительный NRP-Z55 из состава РЭИА-2;
- 5 – блок измерительный NRP из состава РЭИА-2

Рисунок 1

9.2.4 В качестве излучателя использовать антенны из состава РЭИА-2. Излучатель устанавливать в горизонтальной поляризации и ориентировать таким образом, чтобы направление распространения электромагнитной волны было параллельно оси устройства передвижения антенн из состава РЭИА-2 (далее – УПА) и направлено вдоль УПА.

9.2.5 Приборы и излучающие модули располагать в безэховой камере БЭК-1 РЭИА-2.

Все измерения проводить при одном значении выходной мощности генератора сигналов E8257D – 18 дБ (1 мВт).

9.2.6 Подключить излучатель к выходному разъему генератора сигналов E8257D.

9.2.7 Поверяемую антенну П6-225 установить на треногу так, чтобы ее апертура была на расстоянии  $d = 500$  см от апертуры излучателя.

Расстояние  $d$  контролировать с помощью рулетки измерительной или дальномера лазерного. Поляризация и геометрическая ось испытываемой антенны П6-225 должна совпадать с поляризацией и осью излучающей антенны.

Подключить кабелем из состава РЭИА-2 преобразователь измерительный NRP-Z55 из состава РЭИА-2 к поверяемой антенне П6-225.



9.2.8 Установить на генераторе сигналов E8257D частоту измерений  $f_i$ , равную: для антенны П6-225/1 1,5 ГГц, для антенны П6-225/2 – 3 ГГц, для антенны П6-225/3 – 6 ГГц.

Подать с генератора сигналов E8257D СВЧ мощность. Добиться с помощью устройства поворотного треноги максимального значения выходного сигнала с выхода поверяемой антенны П6-225 по показаниям дисплея на блоке измерительном NRP.

Произвести отсчет  $P_A^{f_i}$ , в [мВт], на выходе поверяемой антенны П6-225. Зафиксировать результат отсчета в рабочем журнале.

Выключить СВЧ мощность на генераторе сигналов E8257D.

9.2.9 Выполнить пункт п. 9.2.8, устанавливая на генераторе сигналов E8257D последовательно значения остальных частот  $f_i$ , приведенных в п. 9.2.2

Ориентацию поверяемой антенны П6-225 при этом не изменять.

9.2.10 Вычислить значения коэффициентов усиления  $G_A^{f_i}$ , в [дБ], поверяемой антенны П6-225 для всех частот  $f_i$  (см. п. 9.2.2) по формуле (1):

$$G_A^{f_i} = 10 \cdot \lg\left(\frac{4 \cdot \pi}{\lambda_i^2} \cdot K_n^{f_i} \cdot P_A^{f_i}\right), \quad (1)$$

где  $K_n^{f_i}$  – значения коэффициента калибровки, в [ $\text{см}^2 \cdot \text{мВт}^{-1}$ ], на частоте  $f_i$ , приведенные в эксплуатационном документе на РЭИА-2;

$f_i$  – частота, установленная на генераторе сигналов E8257D, в [ГГц];

$\lambda_i$  – длина волны, в [см], соответствующая  $f_i$ , на которой проводились измерения.

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

9.2.11 Рассчитать для поверяемой антенны П6-225 значения абсолютной погрешности коэффициента усиления  $\Delta_{G_A}^{f_i}$ , в [дБ], по формуле (2):

$$\Delta_{G_A}^{f_i} = G_A^{f_i} - G_{\Phi A}^{f_i}, \quad (2)$$

где  $G_{\Phi A}^{f_i}$  – значения коэффициентов усиления поверяемой антенны П6-225 на частоте  $f_i$ , приведенные в Приложении А формуляра на поверяемую антенну П6-225;

$G_A^{f_i}$  – значения коэффициента усиления испытываемой антенны П6-225, полученные в п. 9.2.10.

## 10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение КСВН и определение диапазона рабочих частот

Результаты поверки считать положительными, если:

– для антенны П6-225/1 в диапазоне частот от 1,0 до 2,0 ГГц включительно значения КСВН  $K_{cmU}^{f_i}$  не более 1,5;

– для антенны П6-225/2 в диапазоне частот от 2,0 до 4,0 ГГц включительно значения КСВН  $K_{cmU}^{f_i}$  не более 1,5;

– для антенны П6-225/3 в диапазоне частот от 4,0 до 8,0 ГГц включительно значения КСВН  $K_{cmU}^{f_i}$  не более 1,5.

10.2 Определение коэффициента усиления и определение абсолютной погрешности коэффициента усиления

Результаты поверки считать положительными, если:

– антенны П6-225/1 в диапазоне частот от 1,0 до 2,0 ГГц включительно значения коэффициента усиления  $G_A^{f_i}$  не менее 14 дБ и значения  $\Delta_{G_A}^{f_i}$  находятся в пределах  $\pm 0,6$  дБ;

– антенны П6-225/2 в диапазоне частот от 2,0 до 4,0 ГГц включительно значения коэффициента усиления  $G_A^{f_i}$  не менее 12 дБ и значения  $\Delta_{G_A}^{f_i}$  находятся в пределах  $\pm 0,6$  дБ;

– антенны П6-225/3 в диапазоне частот от 4,0 до 8,0 ГГц включительно значения коэффициента усиления  $G_A^{f_i}$  не менее 15 дБ и значения  $\Delta_{G_A}^{f_i}$  находятся в пределах  $\pm 0,6$  дБ.

10.3 При положительных результатах проверок соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, поверяемой антенны П6-225 подтверждено.

10.4 При отрицательных результатах проверок соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, поверяемой антенны П6-225 не подтверждено и поверяемая антенна П6-225 признаётся непригодной к применению.

#### **11 ФОРМЛЕНИЕ 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 П6-225, 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 П6-225, имеющая отрицательные результаты поверки в обращение не допускается, и на нее выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Научный сотрудник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский

С.Л. Неустроев