



---

**АНТЕННЫ ШИРОКОПОЛОСНЫЕ  
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ РУПОРНЫЕ**

**П6-421**

---

**КНПР.464653.048**

**П6-421М**

---

**КНПР.464653.042**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**КНПР.464653.048 РЭ**

# СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение .....	3
1 Нормативные ссылки .....	3
2 Сокращения.....	3
3 Требования безопасности .....	4
4 Описание антенн и принципов работы .....	4
4.1 Назначение .....	4
4.2 Состав комплекта антенн.....	5
4.3 Технические характеристики.....	5
4.4 Устройство и работа антенны.....	6
5 Подготовка антенны к использованию .....	7
5.1 Эксплуатационные ограничения.....	7
5.2 Подготовка к работе.....	7
5.3 Использование антенны.....	7
5.4 Проведение измерений. ....	7
5.4.1 <i>Измерение коэффициента усиления антенны .....</i>	<i>8</i>
5.4.2 <i>Измерение эффективной площади антенн.....</i>	<i>9</i>
5.4.3 <i>Измерение плотности потока энергии электромагнитного поля. ....</i>	<i>10</i>
5.4.4 <i>Создание электромагнитного поля с заданной плотностью потока энергии....</i>	<i>11</i>
6 Техническое обслуживание .....	12
7 Поверка антенн.....	12
7.1 Общие положения .....	12
7.2 Операции поверки.....	12
8 Техническое обслуживание .....	12
8.1 Общие указания .....	12
8.2 Меры безопасности.....	13
8.3 Порядок технического обслуживания.....	13
9 Консервация/расконсервация .....	13
9.1 Общие указания .....	13
9.2 Меры безопасности при консервации/расконсервации.....	13
9.3 Консервация .....	14
9.4 Расконсервация. ....	14
10 Ремонт антенн .....	14
11 Хранение .....	15
12 Транспортирование.....	15
13 Тара и упаковка.....	16
14 Маркировка .....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	17

## **Введение**

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для пояснения принципа действия антенн широкополосных измерительных рупорных П6-421, П6-421М и устанавливает порядок их эксплуатации и калибровки.

При изучении и работе с антеннами широкополосными измерительными рупорными (далее – антеннами) П6-421, П6-421М следует руководствоваться формуляром КНПР.464653.048 ФО и КНПР.464653.042 ФО соответственно, настоящим руководством по эксплуатации, графиком зависимости коэффициента усиления от частоты, полученным по результатам поверки антенны.

Антенны П6-421, П6-421М внесены в государственный реестр средств измерений, регистрационный номер 82813-21.

Руководство по эксплуатации должно находиться вместе с антенной.

Работа с антенной должна осуществляться лицами, допущенными к её эксплуатации и прошедшими инструктаж по технике безопасности при работе с СВЧ излучениями.

Авторские права на изделие принадлежат АО «СКАРД - Электроникс»:

- все конструктивные и схематические решения, примененные в изделиях, являются интеллектуальной собственностью АО «СКАРД - Электроникс».

- любое копирование, или применение использованных в изделии схемотехнических и конструктивных решений, а также использование изделия в качестве базовой технологии для разработки аналогичных изделий не допускается.

## **1 Нормативные ссылки**

1.1 В настоящем РЭ использованы ссылки на следующие стандарты:

– ГОСТ РВ 51914-2002 Элементы соединения СВЧ трактов электронных измерительных приборов. Присоединительные размеры;

– ГОСТ 13317-89 Элементы соединения СВЧ трактов электронных измерительных приборов. Присоединительные размеры;

– ГОСТ 12.3.019-80 Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности;

– ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов;

– ГОСТ 18680-73 Детали пломбирования. Общие технические условия;

– ГОСТ 18678-80 Чашки пломбировочные. Конструкция и размеры;

– ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин.

Общие технические условия;

– ПР 50.2.006-94 ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений.

– ГОСТ 2.601-2006 ЕСКД Эксплуатационные документы;

– ГОСТ Р 51288-99 Средства измерения электрических и магнитных величин.

Эксплуатационные документы;

– САНПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов.

– ГОСТ 12.2.091 – 2012 Межгосударственный стандарт. Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения;

– ГОСТ 26104 – 89 Средства измерений электронные. Технические требования в части безопасности. Методы испытаний;

- Приказ 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

## **2 Сокращения**

– КО - контрольный осмотр;

– КСВН - коэффициент стоячей волны по напряжению;

– МП - методика поверки

– НМ - нормы расхода материалов;

– ПВХ - поливинилхлорид;

- РЭ - руководство по эксплуатации;
- СВЧ - сверхвысокая частота, сверхвысокочастотный (прибор/компонент);
- ТО - техническое обслуживание;
- ФО - формуляр.

### **3 Требования безопасности**

3.1 При проведении измерений или использовании антенн Пб-421, Пб-421М в качестве передающих необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с СВЧ- излучениями. СВЧ- излучения могут представлять опасность для жизни и здоровья человека.

3.1.1 При работе с антеннами совместно с генераторами сигналов должны использоваться защитные элементы (экраны, поглотители и т.п.) для ограничения воздействия электромагнитных полей в рабочей зоне до допускаемых уровней.

3.1.2 ЗАПРЕЩАЕТСЯ проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления аппаратуры, используемой совместно с антеннами.

3.2 Эксплуатация и обслуживание антенн должно осуществляться персоналом, прошедшим специальную подготовку и изучившим требования безопасности по ГОСТ 22261, ГОСТ 12.2.091, ГОСТ 26104, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

3.3 Обслуживающий персонал должен иметь группу по электробезопасности не ниже третьей согласно «Межотраслевым правилам по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок «ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00».

3.4 Для предохранения работающего персонала от воздействия опасных и вредных производственных факторов необходимо:

- соединить корпусные клеммы всех средств измерения с шиной заземления;
- пользоваться инструментом только с изолированными ручками;
- производить пайку, осмотр и ремонт только при отключенном напряжении питания.
- отсоединять и присоединять кабели питания при выключенном напряжении питания;
- отключать напряжения питания при уходе с рабочего места и после окончания работы.

## **4 Описание антенн и принципов работы**

### **4.1 Назначение**

4.1.1 Антенны Пб-421, Пб-421М (далее антенны) предназначены для измерений характеристик электромагнитных полей в рабочем диапазоне частот.

4.1.2 Антенны совместно с измерительными приемными устройствами и генераторами применяются для измерения плотности потока энергии электромагнитного поля, параметров антенных устройств, параметров электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств, а также возбуждения электромагнитного поля с заданной плотностью потока энергии в диапазоне частот согласно

4.1.1 Антенны могут использоваться для работы в лабораторных, заводских и полевых условиях в качестве рабочего средства измерений.

4.1.3 Нормальные условия применения:

- температура окружающей среды  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление кПа (мм рт. ст) от 84 до 106 (от 630 до 795).

4.1.4 Рабочие условия применения:

- температура окружающей среды,  $^\circ\text{C}$  ..... от минус 40 до плюс 50;
- относительная влажность воздуха ..... более 80 % при температуре  $20^\circ\text{C}$ ;
- атмосферное давление, мм рт.ст ..... от 630 до 800.

## 4.2 Состав комплекта антенн

4.2.1 Состав комплекта антенн приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав комплекта антенн

№ п/п	Наименование изделия	Обозначение изделия	Кол. шт.
1.	Широкополосная измерительная рупорная антенна – П6-421 – П6-421М	КНПР.464653.048	1
		КНПР.464653.042	1
<b>Эксплуатационная документация</b>			
2.	Формуляр – П6-421 – П6-421М	КНПР.464653.048 ФО	1
		КНПР.464653.042 ФО	1
3.	Руководство по эксплуатации.*	КНПР.464653.048 РЭ	1
4.	Методика поверки П6-421, П6-421М.*	МП П6-421(421М) 2021-mp82813-21	1
<b>Прочие изделия</b>			
5.	Устройство крепления*	-	1
6.	Короб транспортировочный*	-	1

Для крепления антенны предусмотрены 6 отверстий М8.

\*Поставляется по согласованию с заказчиком

## 4.3 Технические характеристики

4.3.1 Основные технические характеристики антенн приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики антенн

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
Диапазон частот, ГГц: – П6-421 – П6-421М	от 0,45 до 6,0 от 0,37 до 6,0
КСВН входа П6-421 в рабочем диапазоне частот, не более: КСВН входа П6-421М в диапазоне частот, не более: – 0,37 ÷ 0,5 ГГц – 0,5 ÷ 6,0 ГГц	2,0 3,0 2,0
Коэффициент усиления антенн в диапазоне частот, дБ, не менее – П6 – 421 – П6 - 421М	от 1,0 до 19,0 от 1,0 до 19,0
Пределы допускаемой основной погрешности измерений коэффициента усиления, дБ – П6 – 421 – П6 - 421М	± 1,5 ± 1,5
Поляризация	Линейная
Тип СВЧ соединителя	N - розетка
Габаритные размеры, мм, не более – П6 – 421 – П6 - 421М	484,3x361,7x284,2 484,3x358,0x270,0
Масса, кг, не более – П6 – 421 – П6 - 421М	4,2 3,65

4.3.2 Действительные значения коэффициентов усиления антенн для заданной частоты определяют по графикам, приведенным в формуляре на конкретный образец изделия. Значения коэффициента усиления могут уточняться по результатам периодической поверки.

#### 4.4 Устройство и работа антенны

4.4.1 Конструктивно антенна представляет собой рупор на базе Н - образного волновода с ножевыми пластинами экспоненциальной формы, являющимися продолжением выступов Н - образного волновода.

Антенны имеют одинаковую конструкцию, отличаясь только наличием боковых пластин (антенна Пб-421). Конструкция антенн обеспечивает в широком диапазоне частот малый коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН) и монотонную частотную зависимость коэффициента усиления (КУ). Обе антенны имеют коаксиальный СВЧ – вход с волновым сопротивлением 50 Ом типа N - розетка по ГОСТ РВ 51914-2002.

Принцип действия антенн основан на преобразовании плотности потока энергии электромагнитного поля в соответствующую ей высокочастотную мощность в тракте. Для измерения характеристик электромагнитных полей антенны подключаются к входу анализатора спектра, измерительного приёмника, измерителя мощности или иного приёмного измерительного устройства.

4.4.2 Конструкция антенны предусматривает возможность крепления на специализированное крепежное устройство.

Внешний вид антенны Пб-421, Пб-421М представлен на рис.1 и 2.

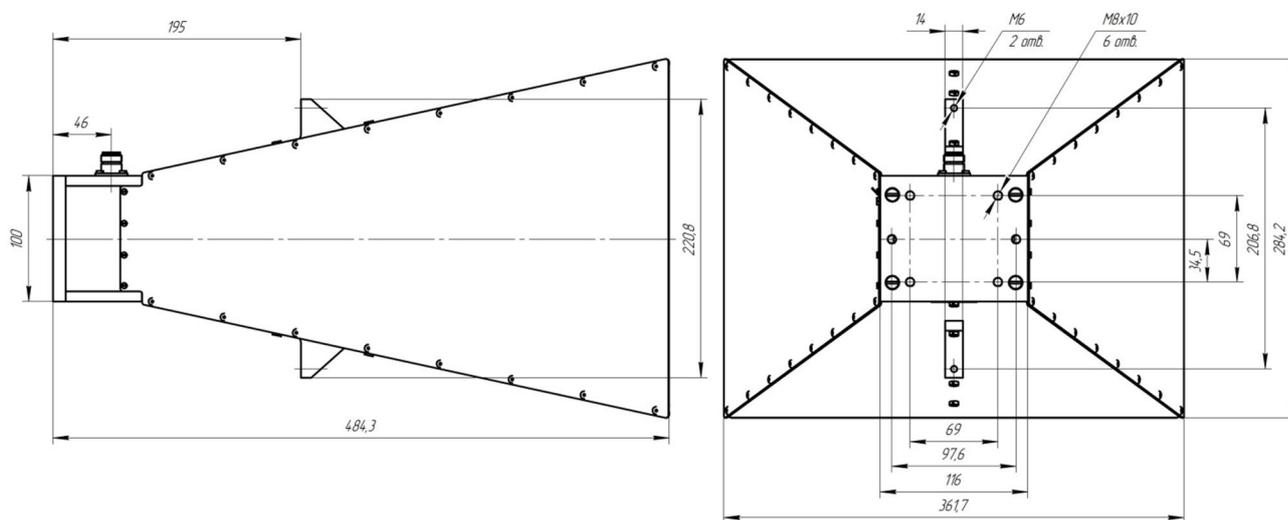


Рисунок 1 – Общий вид антенны Пб-421

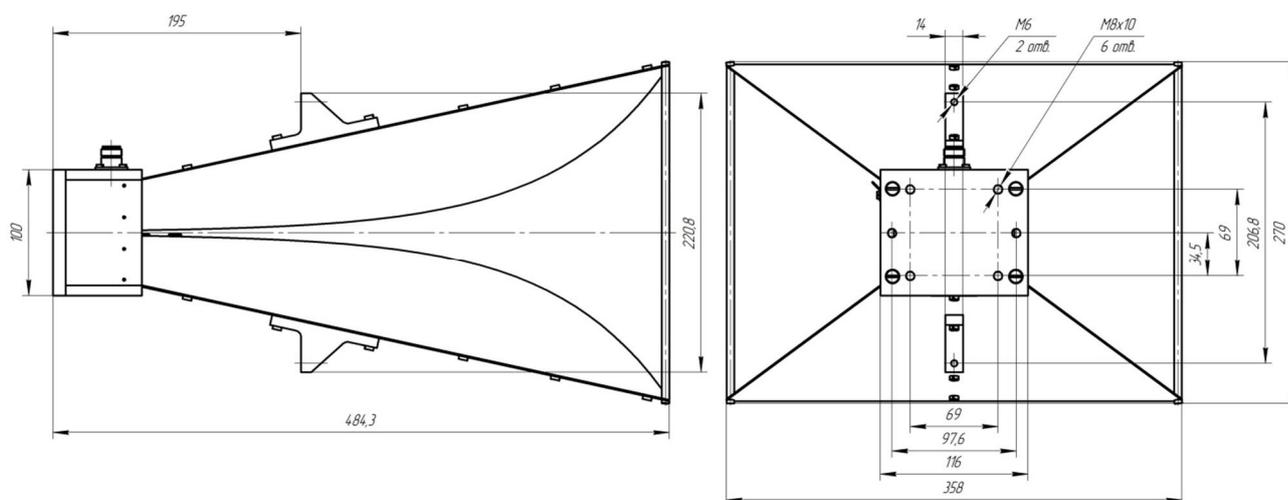


Рисунок 2 – Общий вид антенны Пб-421М

## **5 Подготовка антенны к использованию**

### **5.1 Эксплуатационные ограничения**

5.1.1 Перед началом эксплуатации антенны необходимо ознакомиться с эксплуатационной документацией.

5.1.2 При работе с антенной персонал должен владеть основами работы с антенно-фидерной техникой. В процессе работы с антенной запрещается её использование для решения нефункциональных задач.

5.1.3 Персонал обязан строго выполнять правила техники электробезопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

5.1.4 При выполнении работ по разворачиванию антенны и в процессе использования **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** оказывать механические воздействия, приводящие к изменению габаритных размеров, а также целостности и исправности узлов антенны.

5.1.5 **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ** использование СВЧ переходов и измерительных кабелей, оборудованных соединителями, имеющими несовместимый стандарт резьбового и канального соединения с антенной.

### **5.2 Подготовка к работе**

5.2.1 Установку антенны производить в следующей последовательности:

- 1) используя элементы крепления, установите антенну на опору (к несущей конструкции) в месте эксплуатации (опора в комплект антенны не входит);
- 2) установите необходимую поляризацию;
- 3) вращением антенны установите необходимые углы азимута и элевации;
- 4) присоедините к СВЧ входу антенны измерительный кабель или волноводную сборку (в комплект антенны не входит);
- 5) соедините клемму заземления антенны и измерительный прибор с шиной заземления.

Антенна готова к работе.

### **5.3 Использование антенны**

#### **5.3.1 Режим приёма**

1) присоедините свободный разъем измерительного кабеля к входному разъему вашего измерительного прибора (в случае несоответствия сечений разъемов кабеля и измерительного прибора используйте прецизионный СВЧ переход из состава комплекта вашего измерительного прибора).

2) включите ваш измерительный прибор. В соответствии с инструкцией по эксплуатации вашего прибора подготовьте его к работе и приступайте к проведению измерений в заданном диапазоне частот.

#### **5.3.2 Режим передачи**

1) присоедините свободный разъем измерительного кабеля к выходному разъему вашего генератора или усилителя ВЧ (в случае несоответствия сечений разъемов кабеля и измерительного прибора используйте прецизионный СВЧ переход из состава комплекта вашего измерительного прибора).

2) включите ваш генератор или усилитель ВЧ. В соответствии с инструкцией по эксплуатации вашего прибора подготовьте его к работе и приступайте к использованию антенны в качестве излучающей в заданном диапазоне частот и мощностей.

### **5.4 Проведение измерений.**

При подготовке к измерениям следует убедиться прежде всего в полной исправности и работоспособности антенн. Аппаратура, необходимая для проведения измерений (измерительные генераторы, измерители мощности, анализаторы спектра и т.д.) должна быть прогрета в течение времени, указанного в руководстве по эксплуатации.

**Измерения проводить на согласованной поляризации электромагнитного поля.**

**При измерении коэффициента усиления антенны и эффективной площади соблюдать следующие условия:**

Для проведения измерений антенны должна быть установлена в помещении или на открытой площадке без металлических отражающих предметов, размеры которого удовлетворяют условию Дальней Зоны излучения по расстоянию  $l$  [м] между приёмной и передающей антеннами не менее:

$$l \geq \frac{2(D_1 + D_2)^2}{\lambda}, \quad (1)$$

где  $D_1, D_2$  – наибольшие размеры раскрывов передающей и приёмной антенн, м;  
 $\lambda$  – длина волны, м.

#### 5.4.1 Измерение коэффициента усиления антенны

Присоедините эталонную антенну к измерительному прибору в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 3.

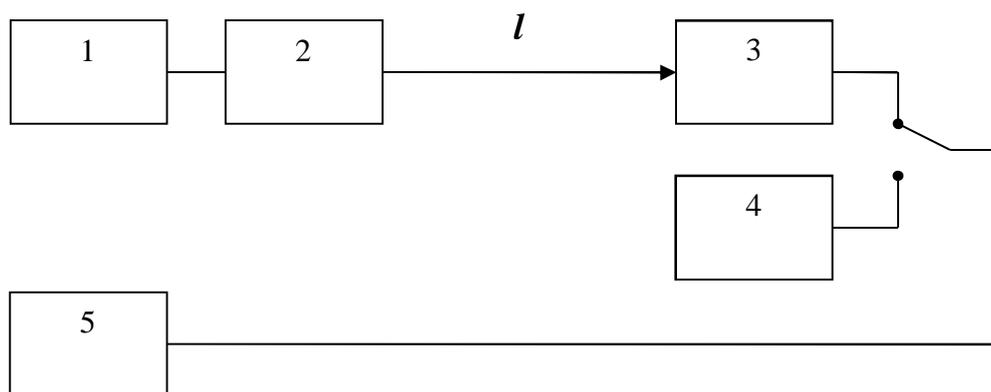


Рисунок 3 - Схема измерений коэффициента усиления антенн методом замещения

- 1 – генератор сигналов высокочастотный;
- 2 – излучающая антенна;
- 3 – эталонная антенна;
- 4 – испытываемая антенна;
- 5 – анализатор спектра (измерительный прибор).

Измерительный прибор (приёмник) подготовить к работе в режиме измерений уровней сигналов согласно РЭ. Вход приёмника нагружать поочередно на вход эталонной антенны и испытываемой антенны.

Выход генератора сигналов высокочастотных подключить к входу излучающей антенны. Генератор установить в режим непрерывной генерации. Частоту выходного сигнала генератора и частоту приёмника установить равными текущей частоте измерений.

Зафиксировать уровень сигнала  $A_{эм}$  [дБм] с выхода эталонной антенны по показаниям анализатора спектра. Изменить частоту выходного сигнала генератора и частоту измерительного прибора для измерений в следующей частотной точке.

Провести измерения для каждой частотной точки текущего поддиапазона измерений.

В точку расположения эталонной антенны установить испытываемую антенну и подключить к измерительному устройству. Произвести юстировку геометрической оси передающей и испытываемой антенн.

Настройку приёмника и генератора произвести аналогично, как и при проведении измерений уровня сигнала эталонной антенны. Зафиксировать уровень сигнала  $A_{исп}$  [дБм] с выхода испытываемой антенны по показаниям измерительного прибора. Провести измерения для каждой частотной точки текущего поддиапазона измерений.

Измерения уровня сигнала  $A_{исп}$  с выхода испытываемой антенны проводить поочередно в каждом частотном поддиапазоне.

Коэффициент усиления испытываемой антенны для каждой частотной точки вычислить по формуле:

$$G_{исп} = A_{исп} - A_{эт} + G_{эт}, \text{ дБ}, \quad (1)$$

где  $G_{эт}$  – коэффициент усиления эталонной антенны в данной частотной точке, дБ.

#### 5.4.2 Измерение эффективной площади антенн.

Измерение эффективной площади антенны производится методом замещения:

- соедините приборы по схеме, приведённой на рисунке 6.

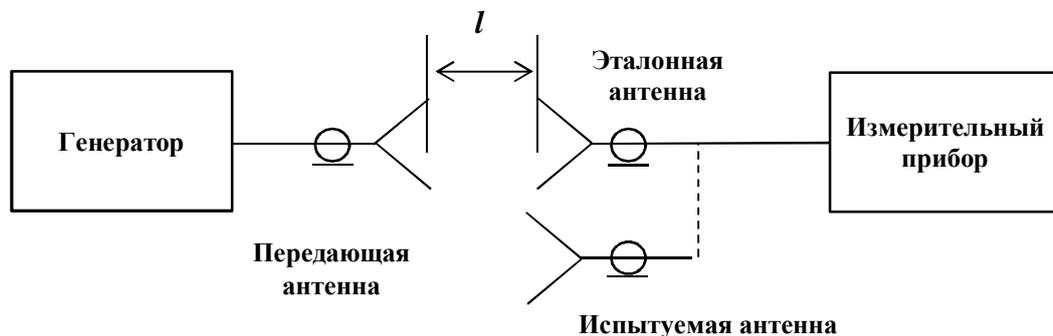


Рисунок 6 – Схема соединения приборов при измерении эффективной площади.

В качестве передающей антенны (вспомогательной антенны) может быть использована антенна любого типа данного диапазона.

- установите в качестве приёмной антенны эталонную или испытываемую антенну, присоединяя их к измерительному прибору непосредственно или с помощью одного и того же кабеля.

- поворачивайте приёмную и передающую антенны по азимуту, углу места и поляризации до получения максимального показания измерительного прибора. Произведите отсчёт мощности  $P'_{пр}$  в микроваттах, принятой испытываемой антенной, или мощность  $P_{пр}$  в микроваттах, принятой эталонной антенной.

- определите эффективную площадь  $A_{эф}$  в квадратных сантиметрах испытываемой антенны по формуле:

$$A_{эф} = \frac{P'_{пр}}{P_{пр}} A_{эф}^o, \quad (15)$$

где  $A_{эф}^o$  – эффективная площадь эталонной антенны, определяемая по графику, или по значениям частоты и коэффициента усиления ( $G$ ), приведённым в табличной части Свидетельства о поверке, придаваемым к антенне  $\text{см}^2$ .

$$A_{эф}^o = \frac{\lambda^2}{4\pi} G \quad (16)$$

- погрешность определения эффективной площади вычисляется по формуле:

$$\delta = \pm \sqrt{\delta_p^2 + \delta_A^2 + \delta_{отр}^2}, \quad (17)$$

где  $\delta_p$  – погрешность измерения отношения мощностей измерительным прибором;

$\delta_A$  – погрешность аттестации измерительной антенны по эффективной площади;

$\delta_{отр}$  – максимальная погрешность за счёт рассогласования.

- предельные значения погрешности за счёт рассогласования  $\delta'_{отр}$  и  $\delta''_{отр}$  вычисляются по формулам:

$$\delta'_{отр} = \frac{(1-|\Gamma|^2)(1+|\Gamma_o| \cdot |\Gamma_{ип}|)^2}{(1-|\Gamma|^2)(1+|\Gamma_o| \cdot |\Gamma_{ип}|)^2} - 1; \quad (18)$$

$$\delta''_{отр} = \frac{(1-|\Gamma|^2)(1-|\Gamma_o| \cdot |\Gamma_{ип}|)^2}{(1-|\Gamma|^2)(1+|\Gamma_o| \cdot |\Gamma_{ип}|)^2} - 1, \quad (19)$$

где  $|\Gamma|$ ,  $|\Gamma_o|$ ,  $|\Gamma_{ип}|$  – модули коэффициентов отражения измерительной антенны, испытываемой антенны и измерительного прибора соответственно.

В качестве  $\delta_{отр}$  берётся большее по абсолютной величине из значений  $\delta'_{отр}$  и  $\delta''_{отр}$ .

### 5.4.3 Измерение плотности потока энергии электромагнитного поля.

Присоедините измерительную антенну к измерительному прибору в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 4.



Рисунок 4 – Схема соединения приборов при измерении плотности потока энергии

Поворачивайте измерительную антенну по азимуту, углу места и поляризации до получения максимального показания измерительного прибора и произведите отсчёт мощности  $P$  в микроваттах.

Если антенна присоединяется к измерительному прибору кабелем, то действительное значение мощности  $P_0$  в микроваттах, принятой антенной, определяется с учётом ослабления кабеля по формуле:

$$P_0 = P 10^{0,1N} \quad (2)$$

где  $N$  – величина ослабления кабеля в децибелах.

Подсчитайте плотность потока энергии  $S$  в раскрыве антенны в микроваттах на квадратный сантиметр по формуле:

$$S = \frac{P_0}{A_{эф}^0}, \quad (3)$$

где  $A_{эф}^0$  – эффективная площадь антенны, определяемая для каждой частоты в  $см^2$ .

Погрешность измерения плотности потока энергии  $\delta_s$  вычисляется по формуле, если антенна присоединяется к измерительному прибору с помощью кабеля:

$$\delta_s = \pm \sqrt{\delta_P^2 + \delta_K^2 + \delta_A^2 + \delta_{отр}^2} \quad (4)$$

где  $\delta_P$  – погрешность измерения мощности измерительным прибором;

$\delta_K$  – погрешность аттестации кабеля по ослаблению;

$\delta_A$  – погрешность аттестации антенны по эффективной площади;

$\delta_{отр}$  – максимальное значение погрешности за счёт рассогласования.

Если измерительный прибор соединяется с антенной кабелем, то предельные значения погрешности за счёт рассогласования  $\delta'_{отр}$  и  $\delta''_{отр}$  вычисляются по формулам:

$$\delta'_{отр} = \frac{(1-|\Gamma_A|^2)(1-|\Gamma_{ин}|^2)}{(1-\sigma+|\Gamma_A| \cdot |\Gamma_{ин}| \cdot |\Gamma_1|^2)^2} - 1; \quad (5)$$

$$\delta''_{отр} = \frac{(1-|\Gamma_A|^2)(1-|\Gamma_{ин}|^2)}{(1+\sigma+|\Gamma_A| \cdot |\Gamma_{ин}| \cdot |\Gamma_1|^2)^2} - 1, \quad (6)$$

$$\text{где } \sigma = |\Gamma_A| \cdot |\Gamma_1| + |\Gamma_1| \cdot |\Gamma_{ин}| + \frac{1}{K} |\Gamma_A| \cdot |\Gamma_{ин}| \quad (7)$$

$|\Gamma_A|$  – модуль коэффициента отражения антенны;

$|\Gamma_{ин}|$  – модуль коэффициента отражения измерительного прибора;

$|\Gamma_1|$  – модуль коэффициента отражения кабеля, который считается одинаковым с обоих концов кабеля;

$K$  – ослабление кабеля в относительных единицах.

Модуль коэффициента отражения  $|\Gamma|$  связан с КСВ  $K_{стU}$  соотношением:

$$|\Gamma| = \frac{K_{стU}-1}{K_{стU}+1}. \quad (8)$$



## **6 Техническое обслуживание**

6.1 В зависимости от этапов эксплуатации проводят следующие виды технического обслуживания:

- контрольный осмотр;
- техническое обслуживание №1.

6.2 Контрольный осмотр (КО) проводят перед, и после использования антенны по назначению и после транспортирования.

6.3 При контрольном осмотре проведите визуальную проверку:

- состояния разъемов антенны и кабеля;
- отсутствия механических повреждений изделий комплекта антенны.

6.4 Техническое обслуживание №1 (ТО-1) проводится один раз в год перед проведением калибровки антенны, а так же при постановке антенны на хранение и снятии с хранения.

6.5 При ТО-1 проведите работы по пункту 7.3 (КО).

6.6 Проведите очистку:

- поверхностей изделий ветошью;
- от пыли, загрязнений и окислений СВЧ соединители спиртом этиловым ректифицированным техническим ГОСТ 18300-87;
- не допускается производить чистку соединителей металлическими предметами, так как можно повредить соединитель. Запрещено чистить соединители сильными растворителями, например, ацетоном, так как можно повредить пластиковую диэлектрическую опору. Чистке подвергаются внешние контактные поверхности и резьбы внешних проводников;

– запрещается чистить ватным тампоном гнездовые контакты центральных проводников, так как частицы ваты могут застревать между его ламелями;

– чистку гнездовых контактов производить промывкой спиртом этиловым ректифицированным техническим с последующей продувкой сжатым воздухом.

6.7 Произведите смазку трущихся деталей крепления антенны смазкой ОКБ 122-7 ГОСТ 18179-72. Излишки смазки удалите ветошью.

## **7 Поверка антенн**

### **7.1 Общие положения**

7.1.1 Настоящий раздел устанавливает методику первичной и периодической поверки антенн.

7.1.2 Первичной поверке подлежат антенны до ввода в эксплуатацию и после ремонта. При эксплуатации антенны подлежат периодической поверке. Интервал между поверками 2 года.

### **7.2 Операции поверки**

Поверка антенн осуществляется в соответствии ПР 50.2.006 по методике поверки МП П6-421(421М)\_2021-mp82813-21\*.

## **8 Техническое обслуживание**

### **8.1 Общие указания**

8.1.1 Техническое обслуживание проводят с целью обеспечения работоспособного состояния антенны в течение её эксплуатации и хранения.

8.1.2 В процессе эксплуатации антенна должен содержаться в чистоте и находиться в климатических условиях, оговоренных в настоящем руководстве по эксплуатации.

## **8.2 Меры безопасности**

8.2.1 К выполнению работ по техническому обслуживанию антенны допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности, производственной санитарии и обученные обращению с легковоспламеняющимися жидкостями.

## **8.3 Порядок технического обслуживания**

8.3.1 В зависимости от этапов эксплуатации проводят следующие виды технического обслуживания:

- контрольный осмотр (КО);
- техническое обслуживание ТО-1.

8.3.2 КО проводят перед и после использования антенны по назначению и после транспортирования.

8.3.3 При КО проведите визуальную проверку:

- состава комплекта антенны по номенклатуре и параметрам;
- состояния лакокрасочных покрытий изделий комплекта антенны;
- отсутствие механических повреждений изделий комплекта антенны.

Особое внимание уделите проверке на отсутствие механических повреждений внутренних поверхностей антенны.

8.3.4 Техническое обслуживание №1 (ТО-1) проводится не реже одного раза в квартал при эксплуатации, перед проведением поверки, а так же при постановке антенны на хранение и вводе в эксплуатацию после хранения.

8.3.5 При ТО-1 проведите работы по пункту 7.3 (КО).

8.3.6 Проведите очистку:

- поверхностей изделий ветошью;
- от пыли, загрязнений и окислений СВЧ соединители спиртом этиловым ректифицированным техническим ГОСТ 18300-87;
- не допускается производить чистку соединителей металлическими предметами, так как можно повредить соединитель. Запрещено чистить соединители сильными растворителями, например, ацетоном, так как можно повредить пластиковую диэлектрическую опору. Чистке подвергаются внешние контактные поверхности и резьбы внешних проводников;

– запрещается чистить ватным тампоном гнездовые контакты центральных проводников, так как частицы ваты могут застревать между его ламелями;

– чистку гнездовых контактов производить промывкой спиртом этиловым ректифицированным техническим с последующей продувкой сжатым воздухом.

8.3.7 Произведите смазку трущихся деталей крепления антенны смазкой ОКБ 122-7 ГОСТ 18179-72. Излишки смазки удалите ветошью.

## **9 Консервация/расконсервация**

### **9.1 Общие указания**

9.1.1 Консервацию (расконсервацию) антенн в помещении проводить при температуре воздуха не менее 15 °С.

9.1.2 Помещение для консервации должно быть защищено от проникновения агрессивных газов и пыли.

### **9.2 Меры безопасности при консервации/расконсервации.**

9.2.1 К работе по консервации (расконсервации) антенн допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и производственной санитарии при выполнении погрузочно-разгрузочных, окрасочных, консервационных работ и обученные обращению с легковоспламеняющимися жидкостями.

9.2.2 Материалы, применяемые при консервационных работах, должны храниться в отдельной таре с соответствующими надписями в специально отведенном месте.

9.2.3 Помещение для консервации должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

9.2.4 ЗАПРЕЩАЕТСЯ по окончании оставлять консервационные материалы на месте консервации.

### **9.3 Консервация**

9.3.1 К консервации допускаются полностью укомплектованное исправное изделие, прошедшее ТО-1.

9.3.2 Проверьте состояние лакокрасочных покрытий наружных поверхностей, при необходимости, восстановите их.

9.3.3 Произведите консервацию неокрашенных металлических частей изделия смазкой ПВК (пушечная).

9.3.4 Просушите изделие обдувом теплым (не более 90 °С) воздухом.

9.3.5 Оберните каждую сборочную единицу изделия пленкой ПВХ и уложите в специальные гнезда укладочного ящика.

9.3.6 Расфасуйте высушенный силикагель в мешки весом не более 0,05 кг и равномерно распределите по объему укладочного ящика.

9.3.7 На законсервированное изделие повесить табличку с указанием даты консервации.

9.3.8 Укладочный ящик упакуйте в картонную коробку в соответствии с разделом 12 настоящего руководства.

9.3.9 Сделайте соответствующую запись в формуляре изделия.

### **9.4 Расконсервация.**

9.4.1 Снять с неокрашенных металлических поверхностей консервационную смазку, промыть растворителем или уайт - спиритом, затем техническим спиртом протереть чистой ветошью.

9.4.2 Проветрить изделие и упаковку, включив вентиляцию на время не менее 30 мин.

9.4.3 Провести ТО-1.

9.4.4 Сделайте соответствующую запись в формуляре изделия.

## **10 Ремонт антенн**

10.1 Ремонт антенн производит предприятие изготовитель.

10.2 Характерные неисправности и методы их устранения представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Характерные неисправности и методы их устранения

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
<b>Режим приёма</b>		
При соединении антенны с прибором с помощью измерительного кабеля нет отклика сигнала ВЧ на анализаторе.	Недостаточный уровень ВЧ сигнала на входе измерительной антенны.	Проверить установки параметров на анализаторе спектра или проверить антенну по тестовому сигналу или сигналу с известным достаточным уровнем.
	Поврежден СВЧ кабель из комплекта измерительного прибора	Проверить измерительный кабель, в случае неисправности заменить.
	Нет совпадения оптической и электрической оси антенны с источником сигнала	Необходимо направить измерительную антенну таким образом, чтобы оптическая и электрическая ось совпали, при этом необходимо учитывать направление поляризации источника.

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
<b>Режим передачи</b>		
При соединении антенны с генератором (усилителем мощности) ВЧ с помощью измерительного кабеля нет отклика сигнала ВЧ на приёмном устройстве.	Недостаточный уровень ВЧ сигнала на входе измерительной антенны.	Проверить установки параметров на генераторе (усилителе мощности) ВЧ, или проверить установки параметров на приёмном устройстве.
	Поврежден СВЧ кабель из комплекта измерительного прибора	Проверить измерительный кабель, в случае неисправности заменить.
	Нет совпадения оптической и электрической оси антенны с источником сигнала	Необходимо направить измерительную антенну таким образом, чтобы оптическая и электрическая ось совпали, при этом необходимо учитывать направление поляризации источника.

## 11 Хранение

11.1 На хранение ставится полностью укомплектованное изделие.

11.2 Установлены следующие сроки хранения изделия:

- в складских условиях до 10 лет;
- в полевых условиях до 5 лет.

11.3 При постановке изделия на краткосрочное хранение на срок не более 3-х месяцев в складских условиях проведите очередное ТО-1.

11.4 При постановке изделия на длительное хранение (более 3-х месяцев) либо на краткосрочное хранение в полевых условиях проведите очередное ТО-1 и консервацию.

11.5 При хранении в неотапливаемом помещении хранение осуществляется в тарных ящиках, накрытых брезентом при следующих условиях:

- диапазон температуры окружающего воздуха от 213 (минус 60) до 323(плюс 50) К (°С);
- относительная влажность воздуха 98 % при температуре 35 °С.

11.6 Складское хранение изделия в отапливаемых хранилищах осуществляется при следующих условиях:

- диапазон температуры окружающего воздуха от 278 (5 °С) до 313 К (40 °С);
- относительная влажность воздуха 80 % при температуре 25 °С;
- в помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот, щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

## 12 Транспортирование

12.1 Транспортирование упакованных в тарные ящики изделий производится всеми видами транспорта при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков и пыли.

12.2 Тарные ящики с упакованными изделиями должны быть укреплены на транспортных средствах так, чтобы была исключена возможность их смещений и соударений.

12.3 Положение ящиков определяется надписью «ВЕРХ». В случае транспортирования изделия на открытых автомашинах ящики должны быть накрыты брезентом. Погрузка и выгрузка должны производиться с соблюдением мер предосторожности, определенных на каждом ящике.

12.4 Изделие должно транспортироваться в условиях, не превышающих заданных предельных условий: температура воздуха от минус 60 до плюс 50 °С, относительная влажность воздуха до 98 % при температуре 35 °С.

### 13 Тара и упаковка

13.1 При упаковке все сборочные единицы комплекта антенны должны быть очищены от пыли и грязи и насухо протерты. Затем сборочные единицы согласно описи укладки укладываются в укладочный ящик в специальные гнезда.

13.2 Техническая документация укладывается в укладочный ящик в пакете из ПВХ поверх изделия.

13.3 Укладочный ящик после укладки комплекта закрывают и на противоположные стороны устанавливают пломбы.

13.4 При необходимости дальнейшего транспортирования комплекта укладочный ящик помещается в картонную упаковку. Внутренние размеры картонной упаковки должны превышать соответствующие размеры укладочного ящика не менее, чем на 20 мм. Картонная упаковка внутри выкладывается водонепроницаемой бумагой или ПВХ пленкой таким образом, чтобы концы бумаги (пленки) были выше краев ящика на величину большую половины длины и ширины ящика. Укладочный ящик оборачивают в пленку ПВХ с воздушными амортизирующими полостями не менее 3-х слоев и укладывают в картонную упаковку. При необходимости, свободное пространство между укладочным ящиком и стенками картонной упаковки заполняют уплотнителем. Под крышку картонной упаковки укладывают упаковочный лист. На противоположные стороны картонной упаковки наклеивают контрольные этикетки (пломбы).

13.5 На верхнюю часть картонной упаковки и на боковые стороны наносятся основные, дополнительные и информационные знаки:    по ГОСТ 14192-96.

### 14 Маркировка

14.1 Антенна маркируется путем размещения этикетки/шильдика.

14.2 На этикетки/шильдики наносится следующая обязательная информация:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- знак утверждения типа средства измерений;
- заводской номер изделия;

14.3 Необходимость в пломбировании антенны отсутствует.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Формулы пересчёта величин

Пересчёт величин из линейного масштаба  $A_{\text{ЛИН}}$  в логарифмический  $A_{\text{ЛОГ}}$  [дБ] и обратно

$$A_{\text{ЛОГ}} = 10 \lg(A_{\text{ЛИН}}) \qquad A_{\text{ЛИН}} = 10^{A_{\text{ЛОГ}}/10}$$

Пересчёт погрешностей из линейного масштаба  $B_{\text{ЛИН}}$  в логарифмический  $B_{\text{ЛОГ}}$  [дБ] и  
обратно

$$B_{\text{ЛОГ}} = 10 \lg(1 + B_{\text{ЛИН}}) \qquad B_{\text{ЛИН}} = 10^{B_{\text{ЛОГ}}/10} - 1$$

Пересчёт коэффициента усиления  $G$  в эффективную площадь  $S_{\text{эф}}$  [м<sup>2</sup>] и обратно

( $l$  - длина волны в метрах)

$$S_{\text{эф}} = \frac{Gl^2}{4\rho} \qquad G = \frac{4\rho S_{\text{эф}}}{l^2}$$

Пересчёт коэффициента усиления  $G$  [дБ] в коэффициент калибровки  $K$  дБ [отн. 1/м] и  
обратно ( $f$  - частота в гигагерцах)

$$K = 20 \lg(32,4f) - G \qquad G = 20 \lg(32,4f) - K$$