ANTENNA154.RU

# АНТЕННА
# РУПОРНАЯ
# DRH-2/12

**Зав. № _____**

## РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
## ПАСПОРТ

**2021 г.**

**СОДЕРЖАНИЕ**


| | |
|---|---|
| 1. Назначение | 3 |
| 2. Технические характеристики | 4 |
| 3. Комплектность и маркировка | 5 |
| 4. Устройство и принцип работы | 6 |
| 5. Указания мер безопасности | 7 |
| 6. Подготовка к работе | 9 |
| 7. Порядок работы | 10 |
| 8. Техническое обслуживание | 17 |
| 9. Калибровка | 18 |
| 10. Возможные неисправности и способы их устранения | 24 |
| 11. Свидетельство о приёмке | 25 |
| 12. Гарантии изготовителя | 26 |
| Приложение | 27 |

# 1. НАЗНАЧЕНИЕ

Антенна рупорная DRH-2/12 (далее – Антенна или Изделие) предназначена для излучения и измерения электромагнитного поля.

Антенна может применяться в лабораторных помещениях, экранированных камерах и на открытых площадках:

- для излучения – совместно с генераторами сигналов или иными устройствами, генерирующими электромагнитные колебания;
- для измерений – совместно с измерительными приемниками, анализаторами спектра или иными измерителями индустриальных радиопомех (далее – Измеритель ИРП) с входным сопротивлением равным 50 Ом.

Допускается использование Антенны в комплекте с другими средствами измерений, имеющими аналогичные технические характеристики.

Рабочие условия эксплуатации Антенны даны в таблице 1.

Таблица 1 – Рабочие условия эксплуатации

| **Наименование** | **Значение** |
|---|---|
| Температура окружающего воздуха, °С | 5…40 |
| Относительная влажность при температуре 25 °С, %, не более | 90 |
| Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) | 84…106,7 (630...800) |

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Технические характеристики Антенны даны в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики

| **Наименование** | **Значение** |
|---|---|
| Рабочий диапазон частот, ГГц | 2…12 |
| Типовое значение коэффициента усиления, дБ | 7…16 |
| Типовое значение коэффициента калибровки, дБ 1/м | 20…40 |
| Погрешность коэффициента усиления (калибровки), дБ, не более | ±2 |
| Поляризация | линейная |
| КСВН, не более | 2,5 |
| Тип разъёма подключения к коаксиальному тракту | SMA(f) |
| Номинальное значение выходного сопротивления, Ом | 50 |
| Максимальная величина подводимой мощности, Вт | 10 |
| Продолжительность непрерывной работы, ч, не менее | 8 |
| Габаритные размеры, мм, не более | 130 × 170 × 210 |
| Масса, кг, не более | 1,5 |

## 3. КОМПЛЕКТНОСТЬ И МАРКИРОВКА

Комплектность Антенны указана в таблице 3.

Таблица 3 – Комплектность

| Наименование | Кол-во | Примечание |
|---|---|---|
| Антенна рупорная DRH-2/12 | 1 шт. | - |
| Коаксиальный кабель 3,0 м | 1 шт. | Опция |
| Переход коаксиальный N-SMA | 1 шт. | Опция |
| Штатив | 1 шт. | Опция |
| Паспорт и руководство по эксплуатации | 1 шт. | - |
| Кейс | 1 шт. | - |

Маркировочная табличка расположена на корпусе Антенны. Пример маркировочной таблички показан на рисунке 1.

На маркировочной табличке содержится информация об Антенне:

- тип,
- заводской номер.

DRH-2/12

Зав. № 001

Рис. 1 – Маркировочная табличка (пример)

## 4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Антенна состоит из коаксиально-волноводного перехода (далее – КВП) и рупора.

Рупор представляет собой плавно расширяющийся двухгребневый волноводный переход с излучающим раскрывом прямоугольного сечения.

## 5. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

К работе с Антенной допускаются лица, изучившие её устройство, пункты 6 и 7 настоящего паспорта и прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с радиоизмерительными приборами.

При работе с Антенной необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- производить внешний осмотр Антенны только при отключении от генератора электромагнитных колебаний;
- производить устранение неисправностей только при отключении от коаксиального тракта и демонтажа со штатива.

При работе с Антенной в режиме излучения:

- должны быть обозначены границы мест, где интенсивность облучения может превышать допустимые уровни;
- не рекомендуется использование отрицательных углов наклона Антенны, относительно уровня горизонтальной поверхности;
- при необходимости проведения работ в зоне излучения антенны с интенсивностью выше допустимой должны применяться передвижные защитные экраны и средства индивидуальной

защиты (очки типа ОРЗ-5, защитная одежда из ткани с микропроводом АРТ.7289 или аналогичные).

Все работы с Антенной должны производиться с учетом требований безопасности ГОСТ 12.1.006-84, «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Министерством энергетики Российской Федерации.

Металлические корпуса Измерителей ИРП и распределительных щитов должны быть заземлены. Корпуса испытываемого оборудования также должны быть заземлены, если заземление предусмотрено конструкцией данного оборудования.

Заземление осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81.

## 6. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Перед началом работы следует внимательно изучить настоящий паспорт, а также эксплуатационную документацию на используемые с Антенной средства измерений и вспомогательное оборудование.

Провести подготовку к работе средств измерений и вспомогательного оборудования, используемых совместно с Антенной, в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации.

Проверить наличие защитного заземления на используемых средствах измерений и вспомогательном оборудовании.

Подключить сетевые кабели используемых средств измерений к сетевым розеткам.

Включить используемые средства измерений и дать им прогреться в течение времени, указанного в их эксплуатационной документации.

Присоединить Антенну ко входу Измерителя ИРП или генератора электромагнитных колебаний коаксиальным кабелем.

Отключение Антенны производить в обратном порядке.

## 7. ПОРЯДОК РАБОТЫ

7.1 Подготовка к проведению измерений.

Выполнить операции, указанные в разделе 6.

Геометрический центр Антенны расположить в точке измерений, выбранной в соответствии с методикой измерений.

Произвести ориентацию Антенны на исследуемый источник сигнала в соответствии с применяемой методикой измерений (как правило по максимуму измеряемой напряжённости электрической составляющей электромагнитного поля).

7.2 Порядок проведения измерений

7.2.1 Измерение напряжённости электрической составляющей электромагнитного поля производится следующим образом:

- присоедините Антенну к Измерителю ИРП;
- поворачивая Антенну по азимуту и углу места до получения максимального показания измерительного приёмника, произведите отсчёт напряжения $U$ [мкВ];
- вычислите напряжённость электрической составляющей поля $E$, мкВ/м, по формуле

$$E = \sqrt{\frac{U_0^2 \cdot Z_0}{50 \cdot S_{эфф} \cdot 10^{-4}}}, \quad (1)$$

где $S_{эфф}$ – эффективная поверхность Антенны, определяемая для каждой частоты (из сертификата о калибровке Антенны), см$^2$;

$Z_0$ = 377 – волновое сопротивление свободного пространства, Ом;

$U_0$ – напряжение на выходе Антенны, мкВ.

**Примечание** Если эффективная поверхность антенны $S_{эфф}$ неизвестна, но известен коэффициент калибровки (антенный фактор) $K_K$, то эффективная поверхность антенны $S_{эфф}$ может быть определена по формуле

$$S_{эфф} = 2,4 \cdot \pi \cdot 10^{4-\frac{K_K}{10}}, \quad (2)$$

где $K_K$ – коэффициент калибровки (антенный фактор), определяемый для каждой частоты (из сертификата о калибровке Антенны), дБ (1/м)

**Примечание** Если Измеритель ИРП подключен к Антенне через (длинный) кабель, то напряжение $U_0$ на выходе антенны определяется по формуле

$$U_0 = U \cdot 10^{\frac{A_K}{20}}, \quad (3)$$

где $U$ – напряжение на выходе кабеля, мкВ, $A_K$ – коэффициент ослабления кабеля, определяемый для каждой частоты (из сертификата о калибровке кабеля), дБ

Если отсчёт напряжения производится в дБ, то напряжённость электрической составляющей поля $E_{dB}$ [дБ 1 мкВ/м], определяется по формуле

$$E_{dB} = U_{dB} + K_K + A_K, \quad (4)$$

где $U_{dB}$ – напряжение на входе измерительного приёмника, дБ (мкВ).

.

**Примечание** Если для проведения измерений необходимо использовать значение коэффициента усиления $G$ [дБ] Антенны, то его можно определить по формуле

$$G = 10 \cdot \log\left(\frac{9.6 \cdot \pi^2}{\lambda^2 \cdot 10^{\frac{K_K}{10} - 4}}\right), \quad (5)$$

где $\lambda$ – длина волны, см.

7.2.2 Вычисление плотности потока энергии $\Pi$, мВт/см$^2$, электромагнитной волны, падающей на Антенну, производится по формуле

$$\Pi = \frac{P}{S_{эфф}}, \quad (6)$$

где $P$ – мощность, измеренная на выходе Антенны, мВт.

7.2.3 Воспроизведение электромагнитного поля с заданной напряжённостью $E_1$ электрической составляющей поля производится следующим образом:

- вычислите мощность $P_1$ [Вт], которую надо подать на вход передающей Антенны, чтобы на расстоянии $R$ в метрах от неё создать напряжённость $E_1$, В/м, электрической составляющей поля по формуле

$$P_1 = \frac{\left(R \cdot \lambda \cdot E_1\right)^2}{S_{эфф} \cdot 10^{-4} \cdot Z_0}, \quad (7)$$

  где $\lambda$ – длина волны, м;

- регулируя уровень выходного сигнала генератора, подайте требуемую мощность на вход антенны (мощность не должна превышать 10 Вт).
- При этом на расстоянии $R$ от Антенны будет создана заданная напряжённость электрической составляющей электромагнитного поля $E_1$.
- Если Антенна запитывается через кабель, то мощность на входном разъёме кабеля определяется по формуле

$$P_0 = P_1 \cdot 10^{\frac{A_K}{10}}. \quad (8)$$

7.2.4 Погрешность измерения напряжённости электромагнитного поля $\delta_{\Sigma}$, %, вычисляется по формуле

$$\delta_{\Sigma} = 0.5 \cdot K \cdot \sqrt{0.26 \cdot \left(4 \cdot \delta_U^2 + \delta_A^2 + \delta_S^2\right) + \frac{1}{3} \cdot \delta_{\Gamma}^2}\ , (9)$$

где $\delta_U$ – погрешность измерения напряжения Измерителем ИРП, %;

$\delta_A$ – погрешность калибровки кабеля по коэффициенту ослабления, %;

$\delta_S$ – погрешность калибровки Антенны по эффективной поверхности, %;

$\delta_{\Gamma}$ – максимальное значение погрешности за счёт рассогласования, %, определяемое по формуле

$$\delta_{\Gamma} = 100 \cdot \left[ \frac{\left(1 - |\Gamma_A|^2\right) \cdot \left(1 - |\Gamma_П|^2\right)}{\left(1 + |\Gamma_A| \cdot |\Gamma_K| + |\Gamma_П| \cdot |\Gamma_K| + 10^{-\frac{A_K}{10}} \cdot |\Gamma_A| \cdot |\Gamma_П| + |\Gamma_A| \cdot |\Gamma_П| \cdot |\Gamma_K|^2\right)^2} - 1 \right], (10)$$

где $|\Gamma_A|$, $|\Gamma_П|$, $|\Gamma_K|$ – коэффициенты отражения входов Антенны, Измерителя ИРП и кабеля соответственно, определяемые через КСВН входов по формуле

$$|\Gamma| = \frac{КСВН - 1}{КСВН + 1}\ , (11)$$

$K$ – коэффициент, вычисляемый по формуле

$$K = \frac{\sqrt{\delta_U^2 + \delta_A^2 + \delta_S^2} + \delta_\Gamma}{0.51 \cdot \sqrt{\delta_U^2 + \delta_A^2 + \delta_S^2} + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot |\delta_\Gamma|}\ . (12)$$

**Примечание** При измерениях на частотах, не указанных в сертификате о калибровке Антенны, допускается использовать линейное усреднение частотной характеристики коэффициента калибровки Антенны.

## 8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Техническое обслуживание заключается в периодическом проведении профилактических осмотров, обеспечивающих работоспособность Антенны.

Обслуживание должно проводиться лицами, непосредственно эксплуатирующими Антенну.

Техническое обслуживание Антенны следует проводить не реже одного раза в месяц в объеме и последовательности в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 – Техническое обслуживание

| **Проверяемая характеристика** | **Методика проверки** | **Требование** |
|---|---|---|
| Комплектность | Сличение с перечнем табл. 3 раздела 3 | Соответствие перечню |
| Внешний вид | Внешний осмотр | Отсутствие механических повреждений и целостность маркировки |
| Состояние разъемов | Внешний осмотр | Отсутствие потемнений и вмятин |

# 9. КАЛИБРОВКА

9.1. Общие сведения

Антенна после изготовления подвергается калибровке. По результатам калибровки оформляется Сертификат о калибровке с указанием в нём значений коэффициента калибровки.

Антенна должна подвергаться периодической калибровке один раз в год.

После ремонта Антенна должна подвергаться внеочередной калибровке.

9.2. Операции калибровки

Операции калибровки Антенны:

- внешний осмотр (п. 9.6.1);
- опробование (п. 9.6.2);
- определение максимального значения КСВН Антенны (п. 9.6.3);
- определение значений коэффициента калибровки Антенны (п. 9.6.4);
- определение значений коэффициента калибровки кабеля (п. 9.6.5).

9.3. Средства калибровки

Для калибровки Антенны должны применяться следующие средства измерений и эталоны:

- установка поверочная измерительных антенн с погрешностью не более ±12,0 % в диапазоне частот от 2 ГГц до 12 ГГц;
- измеритель модуля коэффициента передачи и отражения с погрешностью измерения КСВН не более ±(5КСВН + 5) %, погрешностью измерения модуля коэффициента передачи (КП) не более ±(0,02·|КП| + 0,2) в диапазоне частот от 2 ГГц до 12 ГГц.

9.4. Требования безопасности

При проведении калибровки должны выполняться требования безопасности:

- приведенные в разделе 5 настоящего паспорта.
- указанные в документации на используемые средства измерений и эталоны.

9.5. Условия калибровки и подготовка к ней

При проведении калибровки должны соблюдаться условия, указанные в таблице 5.

Таблица 5 – Условия калибровки

| Наименование | Значение |
|---|---|
| Температура окружающего воздуха, °С | 15…25 |
| Относительная влажность при температуре 25 °С, %, не более | 80 |
| Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) | 96…104 (720...780) |

9.6. Проведение калибровки

9.6.1. Внешний осмотр

Внешний осмотр проводится в соответствии с таблицей 4.

9.6.2. Опробование

При опробовании следует проверить:

- возможность установки и ориентации Антенны в пространстве;
- возможность присоединения к Антенне и Измерителю ИРП кабелей из комплекта Антенны;
- наличие показаний при присоединении Антенны к Измерителю ИРП и размещении Антенны в известном электромагнитном поле, создаваемом эталоном (поверочной установкой).

9.6.3. Определение максимального значения КСВН Антенны.

Антенну размещают на антенной площадке или в (полу)безэховой камере и присоединяют к панорамному измерителю КСВН. Измерение КСВН производят во всем

диапазоне рабочих частот Антенны. КСВН антенны не должен превышать 2,5.

9.6.4. Определение значений коэффициента калибровки Антенны.

Определение значений коэффициента калибровки производят во всем диапазоне рабочих частот Антенны с шагом 0,5 ГГц методом сравнения с эталонной измерительной антенной.

Для этого устанавливают эталонную антенну на расстоянии не менее 2,5 м от излучающей антенны. Излучающую антенну ориентируют в направлении приемной антенны для излучения вертикально поляризованной электрической составляющей электромагнитного поля. Вращают эталонную антенну в азимутальной и угломестной плоскостях, а также в плоскости поляризации до получения максимального показания отношения мощности на выходе приемной антенны к мощности, подаваемой на излучающую антенну. Считывают показание

$$A_1 = \frac{P_1}{P_0},$$

где $P_0$ – мощность эталонного генератора электромагнитных колебаний, подаваемая на излучающую антенну, мВт;

$P_1$ – мощность на выходе приемной эталонной антенны, мВт.

Вместо эталонной антенны устанавливают калибруемую антенну. Вращают калибруемую антенну в азимутальной и угломестной плоскостях, а также в плоскости поляризации до получения максимального показания отношения мощности на выходе приемной антенны к мощности, подаваемой на излучающую антенну. Считывают показание:

$$A_2 = \frac{P_2}{P_0},$$

где $P_2$ – мощность на выходе приемной калибруемой антенны, мВт.

Эффективная площадь калибруемой антенны $S_2$ [см$^2$] определяется по формуле:

$$S_2 = \frac{A_2}{A_1} \cdot S_1,$$

где $S_1$ – эффективная площадь эталонной антенны, см$^2$.

Коэффициент калибровки $K_K$ [дБ] Антенны определяется по формуле:

$$K_K = 10 \cdot \log\left(\frac{2,4 \cdot \pi}{S_{\text{эфф}} \cdot 10^{-4}}\right).$$

Допускается проводить измерения эффективной площади и коэффициента калибровки Антенны иными методами в соответствии с эксплуатационной документацией на применяемые средства калибровки.

Результаты измерений и вычислений заносят в протокол, рекомендуемая форма которого приведена в Приложении.

Значение погрешности коэффициента калибровки Антенны не превышает ±2 дБ.

9.6.5. Определение значений коэффициента ослабления кабеля.

Определение значений коэффициента ослабления кабеля производят на частотах калибровки Антенны в соответствии с эксплуатационной документацией на применяемый измеритель модуля коэффициента передачи и отражения.

## 10. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Перечень возможных и наиболее часто встречающихся неисправностей, их вероятные причины и способы устранения приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Возможные неисправности

| **Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки** | **Вероятная причина** | **Способ устранения** |
|---|---|---|
| Отсутствует сигнал на выходе Антенны | Обрыв коаксиального кабеля | Заменить или отремонтировать коаксиальный кабель |
| | Неисправен переход коаксиальный N-SMA | Заменить или отремонтировать переход |
| | Антенна вышла из строя | Обратиться к изготовителю |

## 11. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Антенна рупорная DRH-2/12, зав. № _____ имеет технические характеристики, соответствующие указанным в данном паспорте, и признана годной к эксплуатации.

Дата выпуска: _____ 2021 г.

| _____ | _____ | _____ |
|---|---|---|
| (должность) | (подпись) | (ФИО) |

М.П.

## 12. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Изготовитель гарантирует соответствие технических характеристик Антенны значениям, указанным в данном паспорте, в течение гарантийного срока при соблюдении потребителем условий эксплуатации.

Гарантийный срок эксплуатации Антенны – 12 месяцев с начала эксплуатации, но не более 18 месяцев со дня поставки Антенны потребителю.

Изготовитель безвозмездно проводит ремонт или замену Антенны, если в течение гарантийного срока будут обнаружены возникшие по вине изготовителя несоответствия технических характеристик Антенны значениям, указанным в данном паспорте.

Изготовитель:

| | |
|---|---|
| Наименование | ИП Петрищев А.В. |
| ОГРНИП | 319547600178626 |
| Адрес | 630025, г. Новосибирск,<br>ул. 1-ая Механическая, д. 12, кв. 9 |
| Web | www.antenna154.ru |
| E-mail | antenna154.ru@mail.ru |
| Телефон | +7 913 922 13 47 |

| | | |
|---|---|---|
| (должность) | (подпись) | (ФИО) |

М.П.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

ПРОТОКОЛ

калибровки Антенны рупорной типа DRH-2/12

зав. №_____,

принадлежащей _____.

Основная аппаратура, используемая при калибровке:

1. Рабочий эталон типа _____, зав. № _____.

Максимальное значение КСВН в диапазоне частот от 2 до 12 ГГц: _____.

Таблица П1 – Значения площади эффективной поверхности и коэффициента калибровки

| Частота, ГГц | $A_1$, дБ | $A_2$, дБ | $S_2$, см$^2$ | $K_K$, дБ 1/м |
|---|---|---|---|---|
| 2,0 | | | | |
| 2,5 | | | | |
| 3,0 | | | | |
| 3,5 | | | | |
| 4,0 | | | | |
| 4,5 | | | | |
| 5,0 | | | | |
| 5,5 | | | | |
| 6,0 | | | | |
| 6,5 | | | | |
| 7,0 | | | | |
| 7,5 | | | | |
| 8,0 | | | | |
| 8,5 | | | | |
| 9,0 | | | | |
| 9,5 | | | | |
| 10,0 | | | | |
| 10,5 | | | | |
| 11,0 | | | | |
| 11,5 | | | | |
| 12,0 | | | | |

Измерения провел:

_____ _____ _____

(должность) (подпись) (ФИО)

М.П.

"___"_____ 20 ___ г.