

**АНТЕННЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
РУПОРНЫЕ
П6-225/1, П6-225/2, П6-225/3**

КНПР.464315.006

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

КНПР.464315.006 РЭ

Курск

СОДЕРЖАНИЕ

| | Стр. |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Введение | 3 |
| 1 Нормативные ссылки..... | 3 |
| 2 Сокращения..... | 3 |
| 3 Назначение и состав антенн | 4 |
| 4 Требования безопасности, уровень специальной подготовки обслуживающего персонала. | 5 |
| 5 Основные сведения, условия эксплуатации антенн | 5 |
| 6 Устройство и работа антенны | 6 |
| 7 Заметки по эксплуатации и хранению | 8 |
| 7.1 Эксплуатационные ограничения, меры безопасности. | 8 |
| 7.2 Подготовка к работе и порядок работы..... | 8 |
| 7.3 Использование антенн..... | 8 |
| 7.4 Проведение измерений..... | 9 |
| 7.4.1 Измерение коэффициента усиления антенны | 9 |
| 7.4.2 Измерение эффективной площади антенн. | 10 |
| 7.4.3 Измерение плотности потока энергии электромагнитного поля..... | 11 |
| 7.4.4 Создание электромагнитного поля с заданной плотностью потока энергии..... | 12 |
| 8 Техническое обслуживание..... | 13 |
| 9 Ремонт антенны. | 14 |
| 10 Поверка антенн | 15 |
| 11 Хранение | 15 |
| 12 Транспортирование..... | 15 |
| 13 Тара и упаковка..... | 15 |
| 14 Маркировка | 16 |
| Приложение А | 17 |

Введение

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для пояснения принципа действия антенн измерительных рупорных П6-225/х, и устанавливает порядок их эксплуатации и поверки.

При проведении измерений или использовании антенн измерительных рупорных П6-225/х в качестве передающего устройства необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с СВЧ - излучениями. СВЧ - излучения могут представлять опасность для жизни и здоровья человека.

При изучении и работе с антеннами измерительными рупорными П6-225/х следует руководствоваться формуляром на конкретную антенну, настоящим руководством по эксплуатации, графиком зависимости коэффициента усиления от частоты, полученным по результатам поверки антенны.

Тип антенны измерительные рупорные П6-225/х утверждён приказом № 184 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 января 2023 г.

Антенны измерительные рупорные П6-225/х внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, регистрационный номер 88090-23 и допущены к применению в Российской Федерации.

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

В настоящем РЭ использованы ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ РВ 51914-2002 Элементы соединения СВЧ трактов электронных измерительных приборов. Присоединительные размеры;
- ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов;
- ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин.

Общие технические условия;

- 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 РВ 51914-2002 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 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 1815-2015 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

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

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

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 Назначение и состав антенн

3.1 Наименование антенн: антенны измерительные рупорные П6-225.

3.2 Обозначение антенн приведены в таблице 1.

Таблица 1. Обозначение антенн

| Наименование антенны | Обозначение антенны |
|----------------------|---------------------|
| П6-225/1 | КНПР.464315.006 |
| П6-225/2 | КНПР.464318.016 |
| П6-225/3 | КНПР.464318.007 |

3.3 Изготовитель: Акционерное Общество «СКАРД-Электроникс».

3.4 Назначение антенн.

Антенны измерительные рупорные П6-225/х (далее – антенны) предназначены для измерения плотности потока энергии электромагнитного поля (характеристик электромагнитных полей) совместно с измерительными приемными устройствами, а с генераторами – для возбуждения электромагнитного поля с заданной плотностью потока энергии в рабочем диапазоне частот (Таблица 5). Антенны применяются для измерения параметров антенных устройств, приложений и задач оценки ЭМС и ПЭМИН. Подходит для использования в качестве эталонных антенн измерительных комплексов на базе компактных полигонов:

- ближней зоны;
- дальней зоны на основе безэховых камер;
- коллиматорного типа на основе безэховых камер.

Может использоваться для работы в лабораторных, заводских и полевых условиях.

Обладает высоким коэффициентом усиления для своего класса антенн, что позволяет уменьшить погрешность измерений при использовании в составе антенных измерительных установок дальней зоны.

3.5 Состав антенн (комплект поставки)

Комплект поставки антенн приведён в таблицах 2-4

Таблица 2 – Комплект поставки антенны П6-225/1

| № п/п | Наименование | Обозначение | Количество |
|--------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------|------------|
| 1 | Антенна измерительная рупорная П6-225/1 | КНПР.464315.006 | 1 |
| Эксплуатационная документация | | | |
| 2 | Формуляр | КНПР.464315.006 ФО | 1 |
| 3 | Руководство по эксплуатации* | КНПР.464315.006 РЭ | 1 |
| 4 | Методика поверки* | МП П6-225 2023-mp88090-23 | 1 |
| Прочие изделия | | | |
| 5 | Короб транспортировочный* | - | 1 |

*Поставляется по согласованию с Заказчиком.

Комплект поставки антенны П6-225/2 представлен в таблице 3.

Таблица 3 - Комплект поставки антенны П6-225/2

| № п/п | Наименование | Обозначение | Количество |
|--------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------|------------|
| 1 | Антенна измерительная рупорная П6-225/2 | КНПР.464318.016 | 1 |
| Эксплуатационная документация | | | |
| 2 | Формуляр | КНПР.464318.016 ФО | 1 |
| 3 | Руководство по эксплуатации* | КНПР.464315.006 РЭ | 1 |

| № п/п | Наименование | Обозначение | Количество |
|-----------------------|---------------------------|------------------------------|------------|
| 4 | Методика поверки* | МП П6-225 2023-mp88090-23 | 1 |
| <i>Прочие изделия</i> | | | |
| 5 | Короб транспортировочный* | - | 1 |

*Поставляется по согласованию с Заказчиком.

Комплект поставки антенны П6-225/3 представлен в таблице 4.

Таблица 4 - Комплект поставки антенны П6-225/3

| № п/п | Наименование | Обозначение | Количество |
|--------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------|------------|
| 1 | Антенна измерительная рупорная П6-225/3 | КНПР.464318.007 | 1 |
| Эксплуатационная документация | | | |
| 2 | Формуляр | КНПР.464315.007 ФО | 1 |
| 3 | Руководство по эксплуатации* | КНПР.464315.006 РЭ | 1 |
| 4 | Методика поверки* | МП П6-225 2023-mp88090-23 | 1 |
| <i>Прочие изделия</i> | | | |
| 5 | Короб транспортировочный* | - | 1 |

*Поставляется по согласованию с Заказчиком.

4 Требования безопасности, уровень специальной подготовки обслуживающего персонала.

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

4.2 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 допустимых уровней.

4.3 ЗАПРЕЩАЕТСЯ проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления аппаратуры, используемой совместно с антенной.

4.4 Эксплуатация и обслуживание антенн должна 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.

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

4.6 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.

5 Основные сведения, условия эксплуатации антенн

5.1 Основные сведения антенн представлены в таблице 5.

Таблица 5 Основные сведения

| Наименование параметра | Значение по ТУ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Диапазон частот, ГГц: — П6-225/1 — П6-225/2 — П6-225/3 | от 1,0 до 2,0 от 2,0 до 4,0 от 4,0 до 8,0 |
| Коэффициент усиления антенны, дБ, не менее: — П6-225/1 — П6-225/2 — П6-225/3 | 14,0 12,0 15,0 |
| Пределы допускаемой погрешности определения коэффициента усиления антенны, дБ, не более: — П6-225/1 — П6-225/2 — П6-225/3 | ±0,6; ±0,6; ±0,6. |
| КСВН входа, не более: | 1,5 |
| Тип СВЧ соединителя: | N - розетка |
| Импеданс входа, Ом | 50 |
| Тип поляризации | Линейная |
| Масса антенны, кг, не более: — П6-225/1 — П6-225/2 — П6-225/3 | 13,6; 4,5; 1,4. |
| Габаритные размеры, мм: — П6-225/1 — П6-225/2 — П6-225/3 | 1053,1×592,0×442,0; 620,6×365,7×276,1; 397,0×185,9×140,9. |

Примечание: Коэффициент усиления антенны для заданной частоты определяется по графику (приложение А), либо по таблице (приложение Б), придаваемым к антенне, и может уточняться в процессе эксплуатации по результатам периодической поверки.

5.2 Рабочие условия эксплуатации:

- температура воздуха, °С от минус 40 до плюс 50;
- относительная влажность при температуре 20 °С, %, не более 80;
- атмосферное давление, мм рт. ст от 630 до 800.

6 Устройство и работа антенны

Конструктивно, антенны представляет собой рупор, имеющий форму усечённой пирамиды с прямоугольным основанием и вершиной. Антенны имеет коаксиальный СВЧ - вход с волновым сопротивлением 50 Ом типа N - розетка по ГОСТ РВ 51914-2002.

Конструкция антенн в диапазоне частот обеспечивает малый коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН) и монотонную частотную зависимость коэффициента усиления. Обладают высоким коэффициентом усиления, что позволяет уменьшить погрешность измерений при использовании в составе антенных измерительных установок дальней зоны.

Принцип действия антенн основан на преобразовании плотности потока энергии электромагнитного поля в соответствующую ей высокочастотную мощность в тракте. Антенны имеют линейную поляризацию.

Конструкция антенн предусматривает возможность крепления на специализированное крепежное устройство.

Общий вид антенн П6-225/1, П6-225/2 и П6-225/3 представлен на рис. 1 – 3.

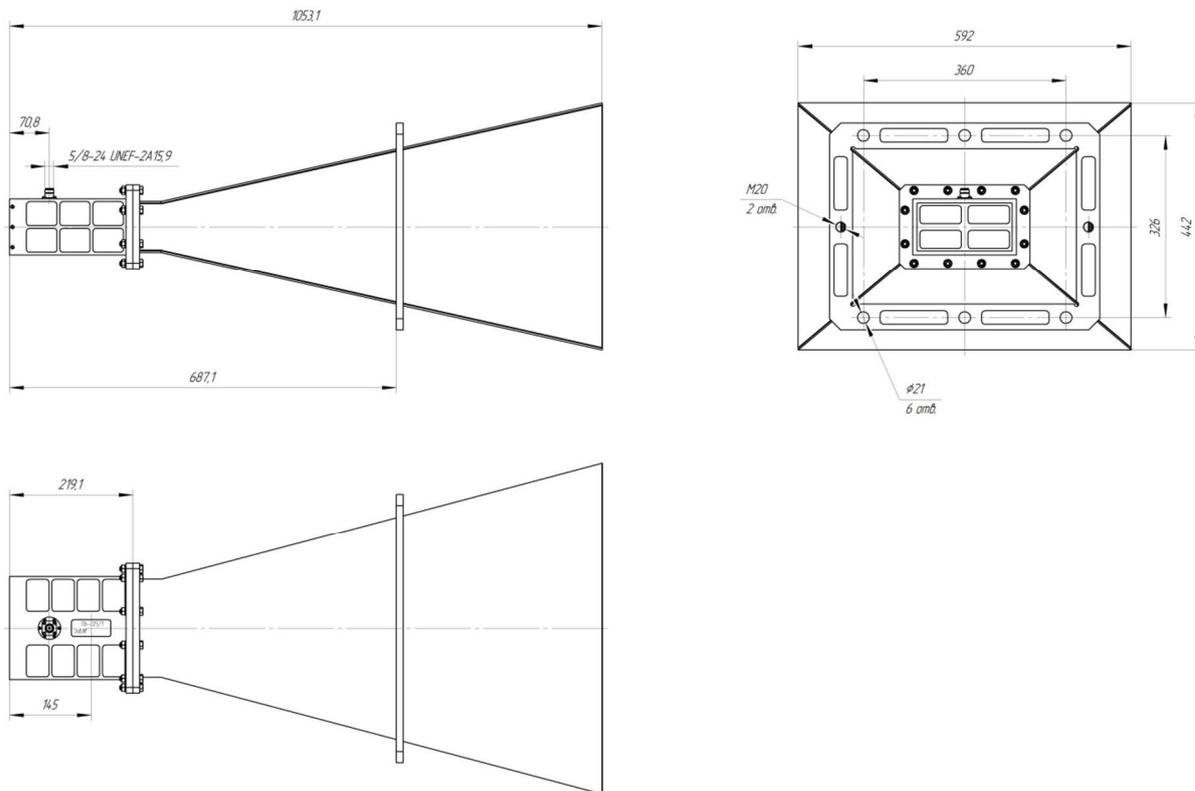


Рисунок 1 – Общий вид антенны измерительной рупорной ПБ-225/1

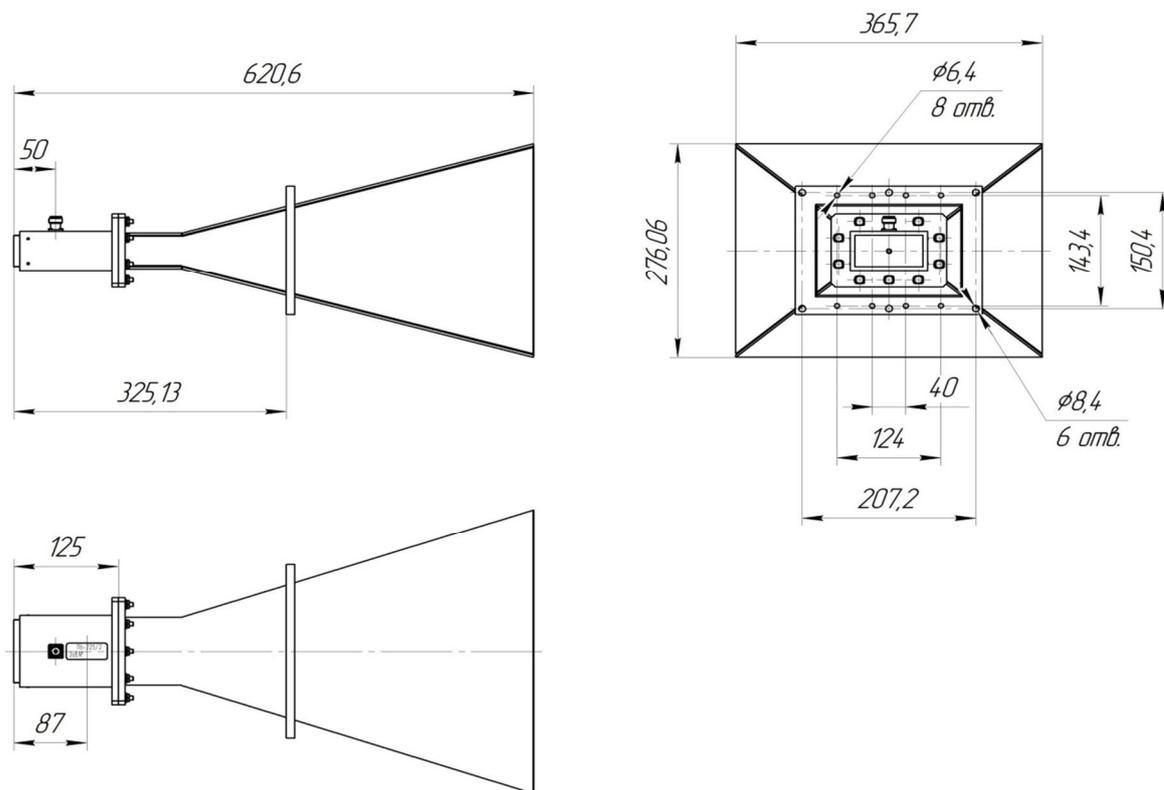


Рисунок 2 – Общий вид антенны измерительной рупорной ПБ-225/2

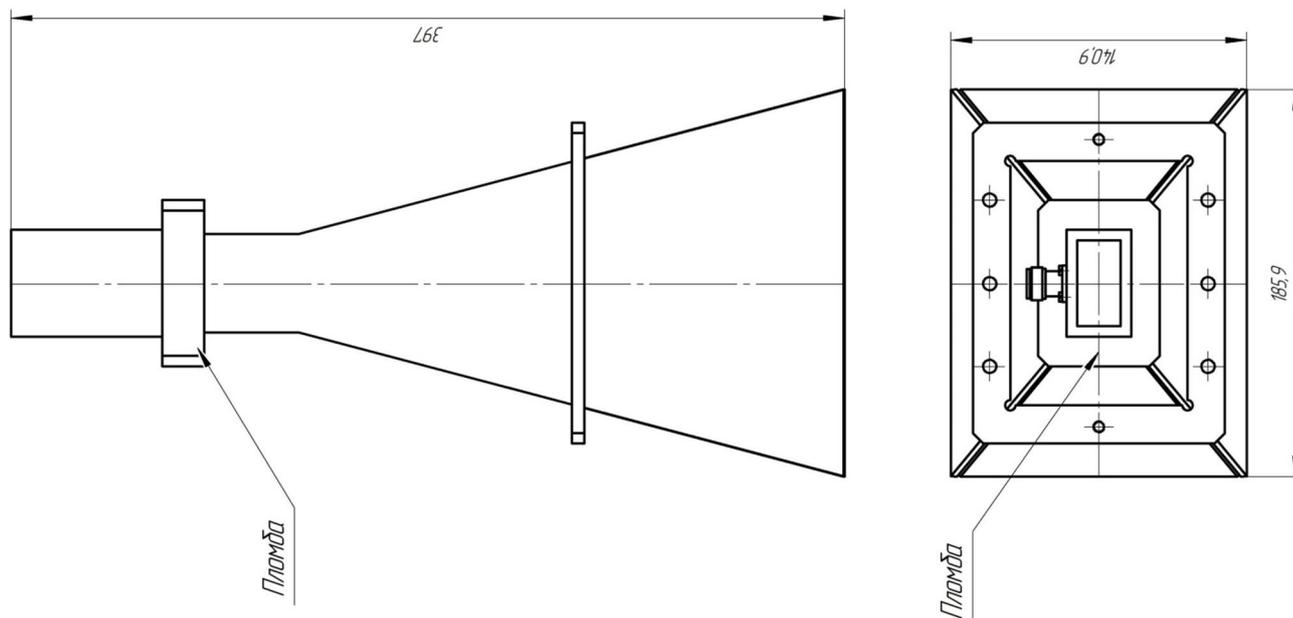


Рисунок 3 – Общий вид антенны измерительной рупорной П6-225/3

7 Заметки по эксплуатации и хранению

7.1 Эксплуатационные ограничения, меры безопасности.

7.1.1 Перед началом эксплуатации антенн необходимо изучить настоящее Руководство.

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

7.1.3 Персонал обязан строго выполнять правила техники электробезопасности.

7.1.4 При проведении измерений или использовании антенны в качестве передающей соблюдайте правила техники безопасности при работе с СВЧ-излучениями. СВЧ-излучения могут представлять опасность для жизни и здоровья человека.

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

7.1.6 КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ использование измерительных кабелей, оборудованных соединителями, имеющими несовместимый стандарт резьбового и канального соединения с антенной.

7.2 Подготовка к работе и порядок работы

1) используя элементы крепления, установите антенну на опору 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 волноводному входу антенны ваш измерительный прибор;

5) соедините клемму заземления антенны и измерительный прибор с шиной заземления.

Антенна готова к работе.

7.3 Использование антенн

7.3.1 Режим приёма

1) присоедините к СВЧ входу антенны измерительный кабель (в комплект антенны не входит).

2) присоедините свободный разъем измерительного кабеля к входному разъему вашего измерительного прибора (селективный микровольтметр, анализатор спектра). В

случае несоответствия сечений разъемов кабеля и измерительного прибора используйте прецизионный СВЧ переход из состава комплекта вашего измерительного прибора.

3) включите ваш измерительный прибор. В соответствии с инструкцией по эксплуатации вашего прибора подготовьте его к работе и приступайте к проведению измерений.

П р и м е ч а н и е - Значения коэффициента усиления антенны, взятые из таблицы Б.1 (приложение Б), действительны при проведении измерений в дальней зоне антенны.

7.3.2 Режим передачи

1) присоедините к СВЧ входу антенны измерительный кабель (в комплект антенны не входит).

2) 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).

3) 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 определенном диапазоне частот и мощности.

7.4 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;
 λ – длина волны, м.

7.4.1 Измерение коэффициента усиления антенны

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

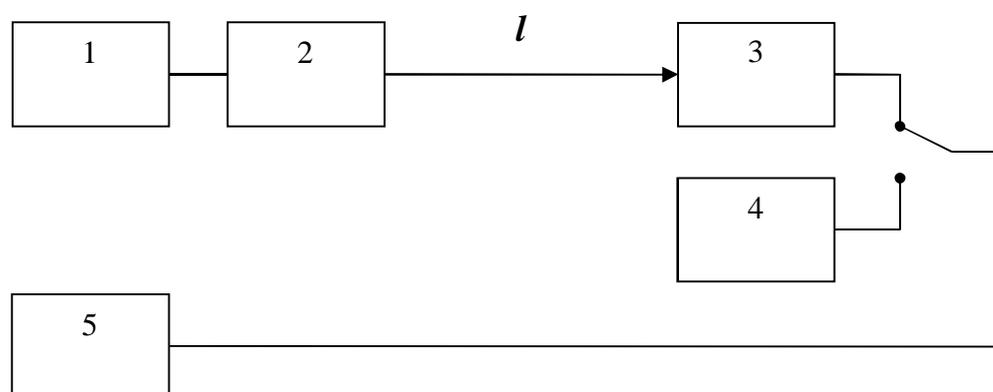


Рисунок 4 - Схема измерений коэффициента усиления антенн методом замещения

- 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:

$$G_{исп} = A_{исп} - A_{эм} + G_{эм}, \text{ дБ}, \quad (2)$$

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

7.4.2 Измерение эффективной площади антенн.

Измерение эффективной площади антенны производится методом замещения:

Соедините приборы по схеме, приведённой на рисунке 5.

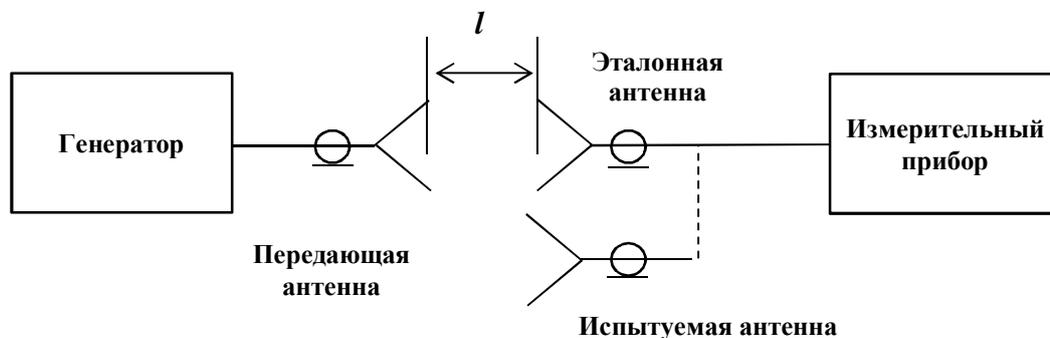


Рисунок 5 – Схема соединения приборов при измерении эффективной площади.

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

- устанавливаете 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:

$$A_{эф} = \frac{P'_{пр}}{P_{пр}} A_{эф}^0, \quad (3)$$

где $A_{эф}^0$ – эффективная площадь эталонной антенны, определяемая по графику, или по значениям частоты и коэффициента усиления (G), приведённым в табличной части Свидетельства о проверке, придаваемым к антенне $см^2$.

$$A_{эф}^0 = \frac{\lambda^2}{4\pi} G \quad (4)$$

- погрешность определения эффективной площади вычисляется по формуле:

$$\delta = \pm \sqrt{\delta_P^2 + \delta_A^2 + \delta_{отр}^2}, \quad (5)$$

где δ_P – погрешность измерения отношения мощностей измерительным прибором;

δ_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:

$$\delta'_{отр} = \frac{(1-|\Gamma|^2)(1+|\Gamma_0| \cdot |\Gamma_{ип}|)^2}{(1-|\Gamma|^2)(1+|\Gamma_0| \cdot |\Gamma_{ип}|)^2} - 1; \quad (6)$$

$$\delta''_{отр} = \frac{(1-|\Gamma|^2)(1-|\Gamma_0| \cdot |\Gamma_{ип}|)^2}{(1-|\Gamma|^2)(1+|\Gamma_0| \cdot |\Gamma_{ип}|)^2} - 1, \quad (7)$$

где $|\Gamma|$, $|\Gamma_0|$, $|\Gamma_{ип}|$ – 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 $\delta''_{отр}$.

7.4.3 Измерение плотности потока энергии электромагнитного поля

– присоедините измерительную антенну к измерительному прибору с помощью кабеля, либо непосредственно, в зависимости от условий измерения, в соответствии со схемой, приведённой на рисунке б.

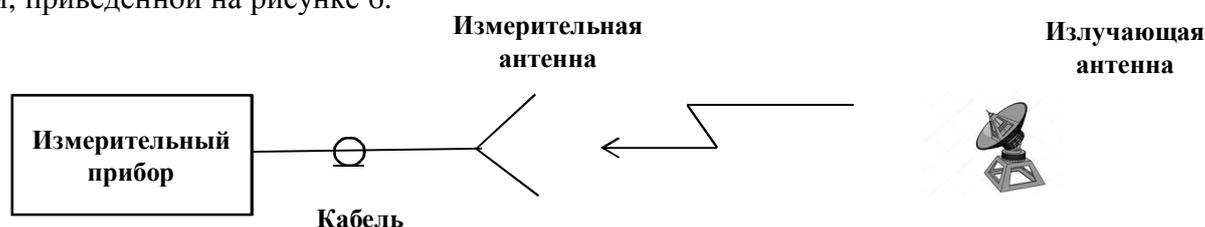


Рисунок б – Схема соединения приборов при измерении плотности потока энергии

– 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:

$$P_0 = P 10^{0,1N} \quad (8)$$

где N – величина ослабления кабеля в децибелах.

– подсчитайте плотность потока энергии S в раскрыве антенны в микроваттах на квадратный сантиметр по формуле:

$$S = \frac{P_0}{A_{эф}^0}, \quad (9)$$

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

– погрешность измерения плотности потока энергии δ_s вычисляется по формуле, если антенна присоединяется к измерительному прибору с помощью кабеля:

$$\delta_s = \pm \sqrt{\delta_P^2 + \delta_K^2 + \delta_A^2 + \delta_{отр}^2} \quad (10)$$

если антенна присоединяется непосредственно к измерительному прибору, то погрешность измерения плотности потока энергии вычисляется по формуле:

$$\delta_s = \pm \sqrt{\delta_P^2 + \delta_K^2 + \delta_{отр}^2} \quad (11)$$

где δ_P – погрешность измерения мощности измерительным прибором;

δ_K – погрешность аттестации кабеля по ослаблению;

δ_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:

$$\delta'_{отр} = \frac{(1-|\Gamma_A|^2)(1-|\Gamma_{ин}|^2)}{(1-\sigma+|\Gamma_A| \cdot |\Gamma_{ин}| \cdot |\Gamma_1|^2)^2} - 1; \quad (12)$$

$$\delta''_{отр} = \frac{(1-|\Gamma_A|^2)(1-|\Gamma_{ин}|^2)}{(1+\sigma+|\Gamma_A| \cdot |\Gamma_{ин}| \cdot |\Gamma_1|^2)^2} - 1, \quad (13)$$

$$\text{где } \sigma = |\Gamma_A| \cdot |\Gamma_1| + |\Gamma_1| \cdot |\Gamma_{ин}| + \frac{1}{K} |\Gamma_A| \cdot |\Gamma_{ин}| \quad (14)$$

$|\Gamma_A|$ – 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:

$$|\Gamma| = \frac{K_{стU}-1}{K_{стU}+1}. \quad (15)$$

Величины КСВ антенны, кабеля и измерительного прибора указаны в их эксплуатационных документах. В качестве $\delta_{отр}$ берётся большее по абсолютной величине из значений $\delta'_{отр}$ и $\delta''_{отр}$.

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

$$\delta'_{отр} = \frac{(1-|\Gamma_A|^2)(1-|\Gamma_{ин}|^2)}{(1-|\Gamma_A| \cdot |\Gamma_{ин}|)^2} - 1; \quad (16)$$

$$\delta''_{отр} = \frac{(1-|\Gamma_A|^2)(1-|\Gamma_{ин}|^2)}{(1+|\Gamma_A| \cdot |\Gamma_{ин}|)^2} - 1. \quad (17)$$

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

7.4.4 Создание электромагнитного поля с заданной плотностью потока энергии.

– рассчитайте мощность P в ваттах, которую следует подвести к излучающей антенне, чтобы на расстоянии l от неё создать заданную плотность энергии ρ в ваттах на квадратный метр по формуле:

$$P = \frac{\rho \lambda^2 l^2}{S_{эф}}, \quad (18)$$

где λ – длина волны, м;

Выполните соединения в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 7 учитывая 7.3.2.

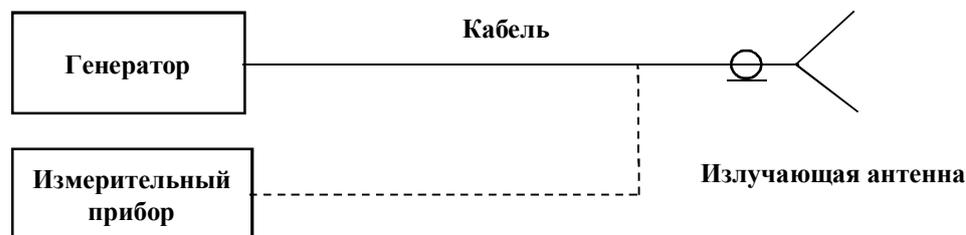


Рисунок 7 – Схема соединения приборов для создания электромагнитного поля с заданной плотностью потока энергии

- присоедините измерительный прибор к выходу кабеля, присоединённого к генератору, и установите требуемую мощность P ;
- отсоедините кабель от измерительного прибора и присоедините к антенне. При этом на расстоянии l от антенны будет создано поле плотностью потока энергии ρ ;
- погрешность плотности потока энергии δ_S вычисляется по формуле:

$$\delta_S = \pm 1,1 \sqrt{\delta_p^2 + \delta_G^2 + (2\delta_l)^2 + (2\delta_\lambda)^2 + \delta_{отр}^2}, \quad (19)$$

где δ_l – погрешность определения расстояния;

Примечание – Величины в формуле (12) должны быть выражены в линейном масштабе. Для представления результата вычислений в децибелах логарифмируйте его.

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

$$\delta'_{отр} = \frac{(1-|\Gamma_A|^2)(1+|\Gamma_r \cdot \Gamma_{им}|)^2}{(1-|\Gamma_{им}|^2)(1+|\Gamma_r \cdot \Gamma_A|^2)} - 1 \quad (20)$$

$$\delta''_{отр} = \frac{(1-|\Gamma_r|^2)(1-|\Gamma_r \cdot \Gamma_{им}|)^2}{(1-|\Gamma_{им}|^2)(1+|\Gamma_r \cdot \Gamma_A|^2)} - 1 \quad (21)$$

где $|\Gamma_A|$, $|\Gamma_{им}|$, $|\Gamma_r|$ – модули коэффициентов отражения, измерительного прибора и генератора соответственно.

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

8 Техническое обслуживание

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

- контрольный осмотр;
- техническое обслуживание ТО-1.

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

8.3 При контрольном осмотре 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.

8.4 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.

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

8.5.1 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.

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

9 Ремонт антенны.

9.1 Ремонт антенн производит предприятие изготовитель.

9.2 . Характерные неисправности и методы их устранения представлены в таблице

6.

Таблица 6 Перечень возможных неисправностей и методы их устранения.

| Неисправность | Вероятная причина | Метод устранения |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Режим приёма | | |
| При соединении антенны с радиочастотным трактом приёмника 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. |
| | Нет совпадения оптической и электрической оси антенны с источником сигнала. | Необходимо направить измерительную антенну на источник сигнала таким образом, чтобы оптическая и электрическая ось совпали, при этом необходимо учитывать направление поляризации источника. |
| При соединении антенны с помощью измерительного кабеля нет сигнала на выходе измерительного кабеля | Неисправен измерительный кабель | Проверить измерительный кабель, при необходимости заменить. |
| Режим передачи | | |
| При соединении антенны с радиочастотным трактом генератора (усилителя мощности) ВЧ 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. |
| | Нет совпадения оптической и электрической оси антенны с источником сигнала. | Необходимо направить измерительную антенну таким образом, чтобы оптическая и электрическая ось совпали с передающей, при этом необходимо учитывать направление поляризации источника. |
| При соединении антенны с помощью измерительного кабеля | Неисправен измерительный кабель | Проверить измерительный кабель, при необходимости заменить. |

| Неисправность | Вероятная причина | Метод устранения |
|---------------------------------------------|-------------------|------------------|
| нет сигнала на выходе измерительного кабеля | | |

10 Поверка антенн

10.1 Первичной проверке подлежат антенны до ввода в эксплуатацию и после ремонта. При эксплуатации антенны подлежат периодической проверке. Интервал между проверками 2 года.

10.2 Поверка антенн осуществляется в соответствии ПР 50.2.006 по методике проверки МП П6-225 2023-mp88090-23.

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 антенны на краткосрочное хранение на срок не более 3-х месяцев в складских условиях проведите очередное ТО-1.

11.4 При постановке антенны 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 неотопливаемом помещении хранение осуществляется в тарных ящиках, накрытых брезентом.

11.6 Складское хранение изделия осуществляется при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от минус 50 до плюс 50 °С;
- относительная влажность до 98 % при температуре 35 °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 50 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 антенны 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 14192-77



14 Маркировка

14.1 Антенна маркируется путем размещения этикетки/шильдика.

14.2 На этикетки/шильдики наносится следующая обязательная информация:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- заводской номер изделия;

14.3 Необходимость в пломбировании антенн 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 $S_{\text{эф}}$ [м²] и обратно

(l - длина волны в метрах)

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

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

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