

Антенна измерительная типа П6-23А
1,0 - 12,0 Гц

Методика поверки

Л. П. Сур.

А. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Измерительная антенна типа П6-23А (в дальнейшем именуемая «Антенна») работает в диапазоне частот 1,0—12,0 ГГц и предназначена для:

— измерения плотности потока энергии;
— измерения эффективной площади и коэффициента усиления антенн;

— создания электромагнитного поля с заданной плотностью потока энергии и других антенных измерений.

1.2. Антенна имеет коаксиальный вход с волновым сопротивлением 50 Ω (73,04 мм).

Для присоединения антенны к приборам, имеющим волновой выход, к ней прилагаются волноводно-коаксиальные переходы сечением 28,5×12,6 мм и 23×10 мм.

1.3. Антенна может использоваться для работы в лабораторных, заводских и полевых условиях на открытом воздухе. Рабочими условиями эксплуатации антенны являются:

— температура окружающего воздуха от минус 50 до плюс 50°С;
— атмосферное давление до 61,3 кПа (460 мм Нг);
— относительная влажность окружающего воздуха до 98% при температуре 35°С.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Антенна перекрывает непрерывный диапазон частот 1,0—12,0 ГГц.

2.2. Вход антенны коаксиальный с волновым сопротивлением 50 Ω . Коэффициент стоячей волны (КСВ) на выходе рупорной антенны в рабочем диапазоне частот не более 1,5.

2.3. Эффективная площадь рупорной антенны не менее 150 см². Эффективная площадь (коэффициент усиления) рупорной антен-

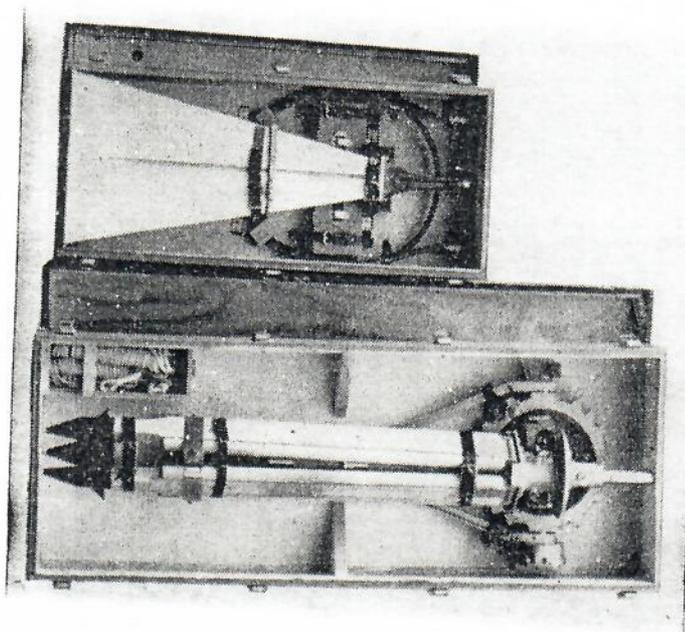


Рис. 2. Антенна в складочных ящиках

12.3.3. Установите расстояние l в сантиметрах между приемной и передающей антеннами не менее

$$l = \frac{2(D_1 + D_2)^2}{\lambda} \quad (17)$$

где D_1, D_2 — наибольшие размеры раскрытых передающей и приемной антенн, см;

λ — длина волны, см.

12.3.4. Установите в качестве приемной антенны измерительную или испытуемую антенну, присоединяя их к измерителю мощности непосредственно или с помощью одного и того же кабеля.

12.3.5. Поворачивайте приемную и передающую антенны по азимуту, углу места и полярizations до получения максимального показания измерителя мощности. Произведите по шкале измерителя мощности отсчет мощности P_{np} в микроваттах, принятой измерительной антенной, и мощность P'_{np} в микроваттах, принятой испытуемой антенной.

12.3.6. Определите эффективную площадь $A_{эф}$ в квадратных сантиметрах испытуемой антенны по формуле:

$$A_{эф} = \frac{P'_{np}}{P_{np}} A_{эф}^* \quad (17a)$$

где $A_{эф}^*$ — эффективная площадь измерительной антенны, определенная по графику, прилагаемому к антенне, см².

12.3.7. Погрешность определения эффективной площади вычисляется по формуле:

$$\delta = \sqrt{\delta_{np}^2 + \delta_A^2 + \delta_{отр}^2} \quad (18)$$

где δ_{np} — погрешность измерения отношения мощностей измерителем мощности;

δ_A — погрешность антенн станции измерительной антенны по эффективной площади;

$\delta_{отр}$ — максимальная погрешность за счет рассогласования. Предельные значения погрешности за счет рассогласования $\delta_{отр}^*$ и $\delta_{отр}^{**}$ вычисляются по формулам:

$$\delta_{отр}^* = \frac{(1 - |\Gamma|^2)(1 + |\Gamma_0| |\Gamma_{ав}| D)^2}{(1 - |\Gamma|^2)(1 + |\Gamma_0| |\Gamma_{ав}|)^2} - 1; \quad (19)$$

$$\delta_{отр}^{**} = \frac{(1 - |\Gamma|^2)(1 - |\Gamma_0| |\Gamma_{ав}|)^2}{(1 - |\Gamma|^2)(1 + |\Gamma_0| |\Gamma_{ав}| D)^2} - 1, \quad (20)$$

где $|\Gamma|, |\Gamma_0|, |\Gamma_{ав}|, |\Gamma_{ав}|$ — модули коэффициентов отражения измерительной антенны, испытуемой антенны и измерителя мощности соответственно.

В качестве $\delta_{отр}^*$ берется большее по абсолютной величине из значений $\delta_{отр}^*$ и $\delta_{отр}^{**}$.

13. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

13.1. Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей приведен в табл. 3.

Таблица 3

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения	Примечание
При соединении антенны с измерительными приборами сигнал отсутствует	Обрыв внутренней жилы кабеля	Произвести заделку кабеля заново	
Увеличение КСВ кабеля	Плохое качество заделки кабеля	Произвести заделку кабеля заново	
Уменьшение эффективной площади антенны	Загрязнение линзы, попадание влаги внутрь рупора	Протереть линзу сухой, просушить антенну при температуре не выше плюс 50°С	
Прокальываются ручки на механизмах азимутально и ориентации	Ослабли стопорные винты	Прокачать стопорные винты и закрасить их краской	

13.2. После ремонта рупорная антенна, волноводно-коаксиальные переходы и кабель подлежат проверке по методике, изложенной в разделе 14.

14. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

Настоящий раздел устанавливает методику первичной и периодической поверки антенн измерительных. Периодическую поверку рекомендуется проводить не реже 1 раза в год при эксплуатации; не реже одного раза в два года при хранении.

14.1. Операции и средства поверки

При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 4.

Таблица 4

Продолжение табл. 4

Наименование операций	Номера пунктов ТО	Средства проверки и их нормативно-технические характеристики	Наименование операций	Номера пунктов ТО	Средства проверки и их нормативно-технические характеристики
Внешний осмотр	14.3.1	—	— погрешности эффективности площади рупорной антенны	14.3.36	Вентили: Э6-29—диапазон частот 0,9—1,8 ГГц; Э6-33—диапазон частот 1,5—3,0 ГГц; Э6-35 — диапазон частот 2,35 — 4,7 ГГц; Э6-36—диапазон частот 4—7 ГГц; Э6-103 — диапазон частот 6,58 — 10,02 ГГц; Э6-105 — диапазон частот 8,15 — 12,42 ГГц; Генераторы сигналов высокочастотные: Г4-94, Г4-95, Г4-96, Г4-97, Г4-125, Г4-126. Вентили: Э6-29, Э6-33, Э6-35, Э6-36, Э6-103, Э6-105. Ваттметр поглощаемой мощности М3-22: — диапазон частот 0,03—53,6 ГГц; — пределы измерения мощности 12 мВт—6 мВт. Преобразователи приемные ваттметров: М5-89—диапазон частот 0,1—10 ГГц; М5-41 — диапазон частот 6,85 — 9,93 ГГц; М5-42 — диапазон частот 8,24 — 12,04 ГГц; Измеритель отношения напряжений В8-6. Источник переменного тока Б2-3: — выходное напряжение 220 В; — нестабильность выходного напряжения 0,5%. Рулетка измерительная: — длина 10 м; — погрешность 1 см. Головки детекторные из комплекта прибора У3-29 на диапазон частот 50—17850 МГц. Антенна измерительная П6-23А (2 шт.): — диапазон частот 1—12 ГГц;
Опробование метрологических параметров: — КСВ рупорной антенны	14.3.2 14.3.3 14.3.3а	— — Линии измерительные: Р1-17—диапазон частот 0,5—3 ГГц, погрешность измерений КСВ 6%; Р1-18—диапазон частот 2—12,5 ГГц, погрешность измерений КСВ 13%. Измеритель КСВ панорамный Р2-50, диапазон частот 1,0—4,0 ГГц, погрешность измерения КСВ 5К: Генераторы сигналов высокочастотные: Г4-94 — диапазон частот 0,85—1,8 ГГц, погрешность установки частоты 1,0%; Г4-95 — диапазон частот 1,78 — 3,0 ГГц, погрешность установки частоты 1,0%; Г4-96—диапазон частот 3,0—5,0 ГГц, погрешность установки частоты 1,0%; Г4-97—диапазон частот 5,0—7,5 ГГц, погрешность установки частоты 0,5%; Г4-125 — диапазон частот 7,0 — 9,0 ГГц, погрешность установки частоты 0,1%; Г4-126 — диапазон частот 8,85 — 12,09 ГГц, погрешность установки частоты 0,1%. Измеритель отношения напряжений В8-6: — диапазон частот 0,15—20; 1 и 10 КГц; — погрешность измерения отношения напряжений: в пределах 1—10—1,5%; то же 10—1000—2,5%; » 1000—3160—4%; » 3160—10000—6%. Измерители КСВ панорамные Р2-54/1 — диапазон частот 4,0—5,64 ГГц, погрешность измерения КСВ 5К+5; Р2-54/2 — диапазон частот 5,6—8,3 ГГц, погрешность измерения КСВ 5К+5; Р2-54/3 — диапазон частот 8,15—12,05 ГГц, погрешность измерения КСВ 5К+5, где К — предел измерения КСВ.			

Наименование операции	Номера пунктов ТО	Средства поверки и их нормативно-технические характеристики
КСВ кабелей	14.3.3в	— погрешность калибровки эффективной площади 20%; — линии измерительные: Р1-17, Р1-18, Р1-19; — генераторы сигналов высокочастотные: Г4-94, Г4-95, Г4-96, Г4-97, Г4-125, Г4-126; — измеритель отношения напряжений В8-6; — вентили: Э6-29, Э6-33, Э6-35, Э6-36, Э6-103, Э6-105; — измерители КСВ панорамные Р2-50, Р2-54/1, Р2-54/2, Р2-54/3; — нагрывки: Э9-73, Э9-74; — генераторы сигналов высокочастотные: Г4-94, Г4-95, Г4-96, Г4-97, Г4-125, Г4-126; — вентили: Э6-29, Э6-33, Э6-35, Э6-36, Э6-103, Э6-105; — ваттметр поглощаемой мощности М3-22; — преобразователь приемные ваттметры: М5-89, М5-41, М5-42; — петлички переменного тока В2-3; — измерители коэффициента стоячей волны: Р2-44 — диапазон частот 6,85—10,02 ГГц, погрешность измерения КСВ 5К; Р2-45 — диапазон частот 8,15—12,42 ГГц, погрешность измерения КСВ 5К; Нагрывка Э9-74 из комплекта линии измерительной Р1-18.
— основной погрешности ослабления кабелей	14.3.3г	
— КСВ волноводно-коаксиальных переходов	14.3.3д	

Примечания: 1. В качестве образцовых средств поверки используются ваттметр поглощаемой мощности термисторный М3-22 и измеритель отношений напряжений В8-6 (или В8-7).
2. Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.
3. Образцовые средства поверки должны быть исправны и поверены в соответствии с ГОСТ 8.002-71.

14.2. Условия поверки и подготовка к ней

14.2.1. При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды $293 \pm 5\text{K}$ ($20 \pm 5^\circ\text{C}$);
- относительная влажность воздуха $65 \pm 15\%$;
- атмосферное давление (100 ± 4) кПа (750 ± 30 мм Нг).

Примечание. Допускается проведение поверки в условиях, отличающихся от нормальных, если они не выходят за пределы рабочих условий для проверяемой антенны и средстве измерения, применяемых при поверке.

14.2.2. Для проведения измерений требуется помещение площадью не менее 120 м^2 (12×10 м или 20×6 м) и высотой не менее 4-х метров.

14.2.3. Перед проведением операций поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- проверить комплектность антенны;
- расположить приборы так, чтобы отражения от пола, потолка и стен помещения не влияли на результаты измерений;
- соединить проводом корпус прибора между собой и с шиной заземления;
- выполнить подготовительные операции согласно пп. 11.1, 11.2.

14.3. Проведение поверки

При выполнении операций поверки ведется протокол по произвольной форме с записью результатов измерений, необходимых для расчетов.

14.3.1. При проведении внешнего осмотра антенны должно быть проверено:

- отсутствие механических повреждений, влияющих на работу антенны;
- крепление сборочных единиц антенны в местах их соединения;
- наличие и прочность крепления органов управления, плавность их действия и надежность фиксации;
- целостность хода азимутального механизма и механизма ориентации;
- состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок и надписей на антенне и шкалах.

При наличии дефектов антенна подлежит забраккованию и направленно в ремонт.

14.3.2. Опробование

При опробовании антенны необходимо выполнить работы по проверке работоспособности треноги и механизма ориентации.

Работоспособность треноги и механизма ориентации определяется путем проверки возможности поворота и подъема антенны в рабочем состоянии.

Результаты считываются удовлетворительно, если тренога и механизм ориентации обеспечивают повороты и подъем антенны в следующих пределах:

— поворот рупорной антенны по азимуту в пределах от 0 до 360° ;

— поворот рупорной антенны по углу места в пределах от плюс 90° до минус 30° ;

При обнаружении неисправности антенны подлежит забраккованию и направленно в ремонт.

14.3.3. Определение метрологических параметров

а) определение КСВ рупорной антенны
Измерение КСВ антенны производится автоматическими измерителями КСВ в соответствии с их инструкциями по эксплуатации. При отсутствии автоматических измерителей КСВ измерение КСВ производится методом максимума—минимума следующим образом.

Измерение КСВ антенны производится при непосредственном подключении входа антенны к коаксиальной измерительной линии. Если непосредственное подключение антенны к линии невозможно, то допускается применение коаксиальных переходов с КСВ не более 1,1.

Структурная схема соединения приборов приведена на рис. 7.

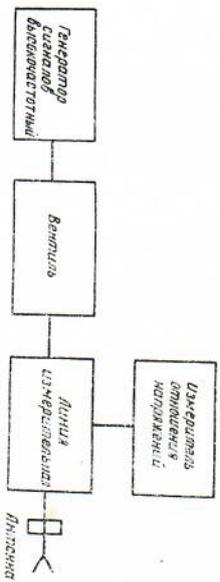


Рис. 7. Структурная схема соединения приборов для определения КСВ рупорной антенны

При определении КСВ на расстоянии четырех метров перед раскрытием антенны в погосе шириной три метра не должно быть никаких предметов. При этом измерение КСВ необходимо проводить в 10—15-ти точках частотного диапазона антенны (в том числе на двух крайних) в соответствии с инструкцией по эксплуатации измерительных линий.

Результат считать удовлетворительным, если КСВ рупорной антенны в рабочем диапазоне частот не превышает 1,5.

б) определение погрешности эффективной площади рупорной антенны
Определение погрешности эффективной площади рупорной антенны производится сравнением значения эффективной площади, полученного при ее измерении методом двух антенн, со значением, указанным на графике.

Проверку производить не менее чем на семи частотах (в том числе на двух крайних) рабочего диапазона антенны.

Расстояние l между антеннами и вычисленные для этих расстояний поправочные коэффициенты (поправки на близость) приведены в табл. 5.

Между антеннами в погосе шириной 6 метров (симметричной относительно линий, соединяющей антенны) не должно быть никаких предметов.

Таблица 5

Частота, GHz	Длина волны, см	Расстояние, см	Поправочный коэффициент
1,0	30,07	300	1,000
2,0	15,00	300	1,015
3,0	10,00	500	1,015
4,0	7,50	500	1,023
5,0	6,00	500	1,037
5,5	5,46	500	1,045
6,0	5,00	600	1,040
6,5	4,62	600	1,043
7,0	4,29	760	1,031
7,5	4,00	760	1,036
8,0	3,75	760	1,041
8,5	3,53	760	1,050
9,0	3,33	800	1,062
9,5	3,16	800	1,052
10,0	3,00	937	1,044
10,5	2,86	937	1,046
11,0	2,73	937	1,049
11,5	2,61	937	1,055
12,0	2,50	937	1,062

Приборы соединить по схеме, приведенной на рис. 8а.

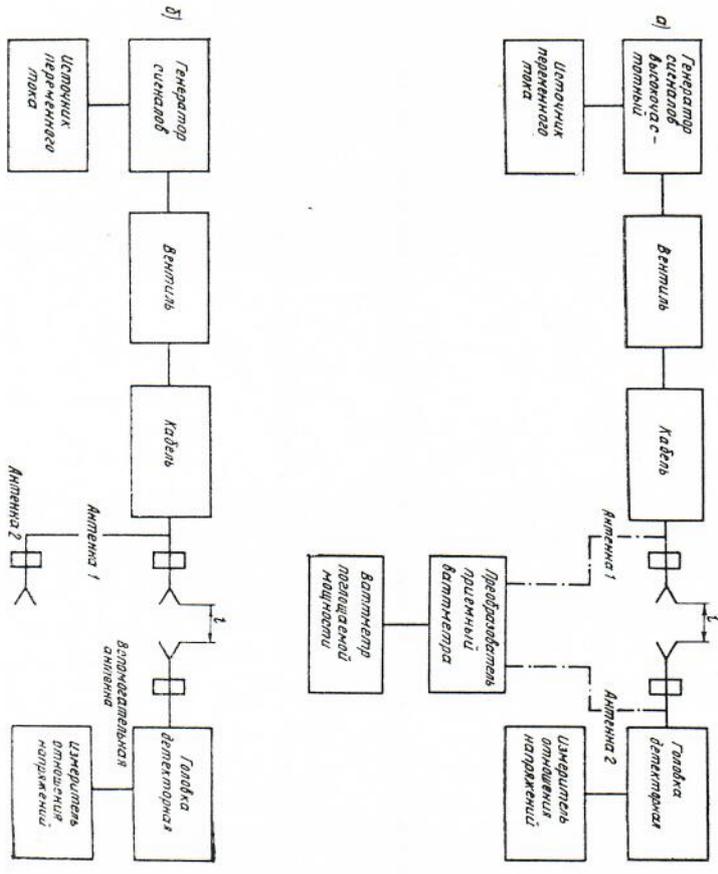


Рис. 8. Структурная схема соединения приборов при определении погрешности эффективной площади антенны

Измерения производить следующим образом:

— выключить генератор сигналов, соответствующий проверяемому частотному диапазону, и навести антенны друг на друга до получения максимального сигнала на выходе приемной антенны. В дальнейшем ориентацию антенн не менять;

— измерить мощность $P_{пер}$, подаваемого на вход передающей антенны 1. Для этого генератор с подключенным к нему кабелем отсоединить от передающей антенны и присоединить к ваттметру поглощаемой мощности с преобразователем ваттметра. Ориентации регуляровки выхода генератора установить выходную мощность генератора такой, чтобы показания ваттметра были близки к его верхнему пределу измерений. Не меняя установленной мощности генератора, присоединить его тем же кабелем снова к антенне 1;

— ваттметр поглощаемой мощности с преобразователем ваттметра подсоединить к антенне 2 и измерить мощность $P_{пр}$, принятую антенной;

Измерить переданную мощность $P_{пер}$ и принятую мощность $P_{пр}$ поочередно не менее трех раз каждую и вычислить средние арифметические значения результатов трех измерений;

— соединить приборы по схеме, приведенной на рис. 8б.

Установить в качестве приемной антенны третьей вспомогательную антенну и соединить ее с измерителем отношения напряжений; — антенны 1 и 2 поочередно присоединить к одной и той же кабелем к генератору сигналов, мощность которого при этом не должна изменяться, и наводить их на вспомогательную антенну до получения максимального сигнала на ее выходе. Больший по величине сигнал на выходе вспомогательной антенны принять в качестве опорного в измерителе отношения напряжений.

Измерить отношение сигналов q от антенн 1 и 2 с помощью измерителя отношения напряжений;

— определить значения эффективной площади антенн 1 и 2 $A_{эф}$ и $A_{эф}'$ в квадратных сантиметрах по формулам (21 и 22):

$$A_{эф} = r \lambda l \sqrt{\frac{P_{пр} q}{P_{пер}}} \quad (21)$$

$$A_{эф}' = r \lambda l \sqrt{\frac{P_{пр}}{P_{пер} q}} \quad (22)$$

где r — поправочный коэффициент, учитывающий близость антенны;

l — длина волны в сантиметрах, на которой производится измерение;

l — расстояние в сантиметрах между антеннами.

Значения r , l приведены в табл. 5.

Значение эффективной площади антенны $A_{эф}$, полученное при измерении, сравнить со значением эффективной площади $A_{эф}'$ для данной частоты, указанным на графике.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если погрешность эффективной площади антенны δ в процентах, вычисленная по формуле (23):

$$\delta = \left| \frac{A_{эф} - A_{эф}'}{A_{эф}'} \right| \cdot 100 \quad (23)$$

не превышает 20%.

в) определение КСВ кабеля

Измерение КСВ с боков концов кабеля производится автоматически измерителем КСВ в соответствии с их инструкциями по эксплуатации. При отсутствии автоматических измерителей КСВ измерение КСВ производится методом максимум-минимум в соответствии с инструкцией по эксплуатации измерительной линии.

Схема соединения приборов для определения КСВ кабеля при непосредственном подключении к измерительной линии приведена на рис. 9.

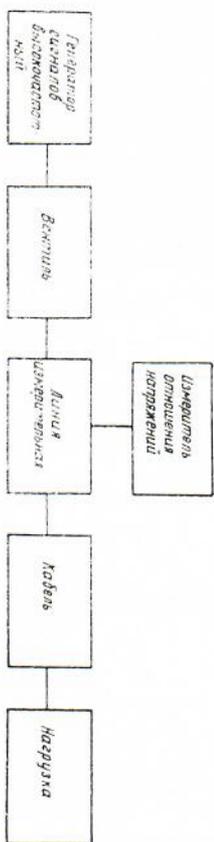


Рис. 9. Структурная схема соединения приборов при определении КСВ кабеля

КСВ кабеля проверять на 10—15 Гц (в том числе на двух крайних частотах рабочего диапазона антенны, применяя соответствующие поправочному диапазону частот приборы, указанные в табл. 4 и 14.3.3б. В качестве согласованной нагрузки используются нагрузки 59-73 и 59-74 из комплектов измерительных линий Р1-17 и Р1-18. Допускается применение коаксиальных переходов с КСВ не более 1,10, если присоединение кабеля непосредственно к линии или нагрузке невозможно.

Результат считается удовлетворительным, если КСВ кабеля, нагруженного на согласованную нагрузку, в рабочем диапазоне частот не более 1,6;

г) определение основной погрешности ослабления кабеля

Определение основной потерности ослабления кабеля производится сравнением значения ослабления кабеля, полученного при измерении, со значением, указанным на графике.

Соединить приборы по схеме, приведенной на рис. 10.

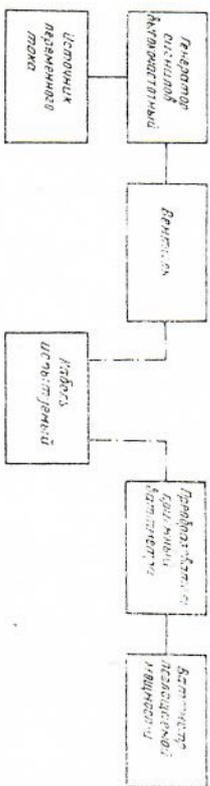


Рис. 10. Структурная схема соединения приборов при измерении ослабления кабеля

Измерение ослабления кабеля производится на двух крайних и одной средней частоте рабочего диапазона антенн следующим образом:

— ваттметром поглощаемой мощности измерить начальный уровень мощности P_1 в закороченных на выходе ферритового вентиле. Величину мощности P_1 установить такой, чтобы показания ваттметра были близки к его верхнему пределу измерений;

— оставив мощность генератора неизменной, включить между вентилем и ваттметром испытательный кабель и измерить мощность P_2 в минуваттах на выходе кабеля;

— определить величину ослабления кабеля α в относительных единицах по формуле (24):

$$\alpha = \frac{P_1}{P_2} \quad (24)$$

Измерить ослабление кабеля не менее трех раз и вычислить среднее арифметическое значение ослабления;

— значение ослабления кабеля α , полученное при измерении, сравнить со значением ослабления кабеля, α_0 для данной частоты, указанным на графике.

Результат считается удовлетворительным, если основная потеря мощности ослабления δ в процентах, вычисленная по формуле (25):

$$\delta = \left| \frac{\alpha - \alpha_0}{\alpha_0} \right| \cdot 100 \quad (25)$$

не превышает 30%;

д) определение КСВ волноводно-коаксиальных переходов

Измерение КСВ волноводно-коаксиальных переходов производится с помощью измерителей коэффициентов стоячей волны Р2-11 и Р2-15. В качестве соединительной нагрузки используется нагрузка типа 59-71 (из комплекта линии измерительной Р1-18). Измерение КСВ перехода производится в соответствии с инструкцией по эксплуатации измерителей КСВ Р2-11, Р2-15.

Результаты считаются удовлетворительными, если КСВ волноводно-коаксиальных переходов не более 1,3 в диапазоне:

6,85—9,93 ГГц — для волноводно-коаксиального перехода сечением 28,5×12,6 мм;

8,21—12,05 ГГц — для волноводно-коаксиального перехода сечением 23×10 мм.

14.4. Оформление результатов проверки

14.4.1. Результаты проверки оформляют путем записи на отметки результатов проверки в порядке, установленном метрологической службой, осуществляющей проверку.

14.4.2. Антенны, не прошедшие проверку (имеющие отрицательные результаты проверки), запрещаются к выпуску в обращение и применению.

15. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

15.1. Смазка антенны

Смазка трущихся частей в условиях непрерывной эксплуатации производится смазкой ОКБ 122-7 ГОСТ 18179-72 не реже одного раза в 6 месяцев.

Перед смазкой поверхности должны быть очищены от пыли и грязи, изгибки смазки должны быть стерты ветошью.

15.2. Консервация

При необходимости длительного хранения антенна подлежит консервации.

Для этого:

- опистните антенну от пыли и грязи
- сделайте сдвигами ЦИЛПДИМ-201 ГОСТ 6267-74 все открытые установочные поверхности монтажного антенны, не защищенные лакокрасочными покрытиями;

— уложите антенну в упаковочные ящики в соответствии с описанием упаковки и закрепите ремнями.

Произведите пломбирование антенны в соответствии с п. 7.2.

16. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

16.1. Антенна должна храниться в следующих условиях:

— температура окружающего воздуха от минус 50 до плюс 40°C;

— относительная влажность до 98% при температуре 25°C;

— в помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот, щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

При продолжительности хранения в складских условиях более трех месяцев антенна подлежит консервации.

Срок хранения антенны — 5 лет, срок службы — 7 лет.

17. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

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

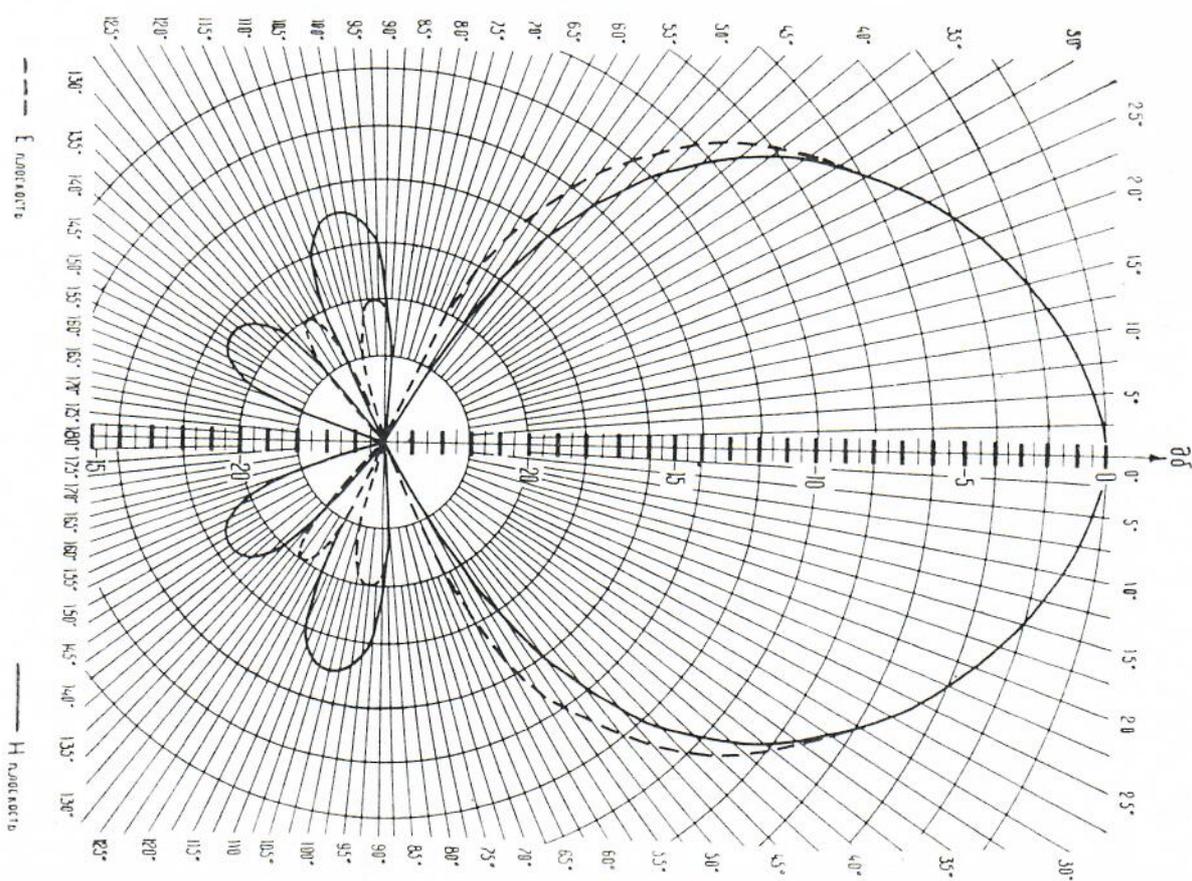
Тарные ящики с упакованными антеннами должны быть укреплены на транспортных средствах так, чтобы была исключена возможность их смещения и соударений. Подожжение ящиков определяется наличием ВЕРХ. В случае транспортирования антенны на открытых автомашинах ящики должны быть накрыты брезентом. Погрузка и выгрузка должны производиться с соблюдением мер предосторожности, определенных на каждом ящике.

Антенна должна транспортироваться в условиях, не превышающих заданных предельных условий: температура воздуха от минус 50 до плюс 65°C, относительная влажность воздуха до 98% при температуре 35°C.

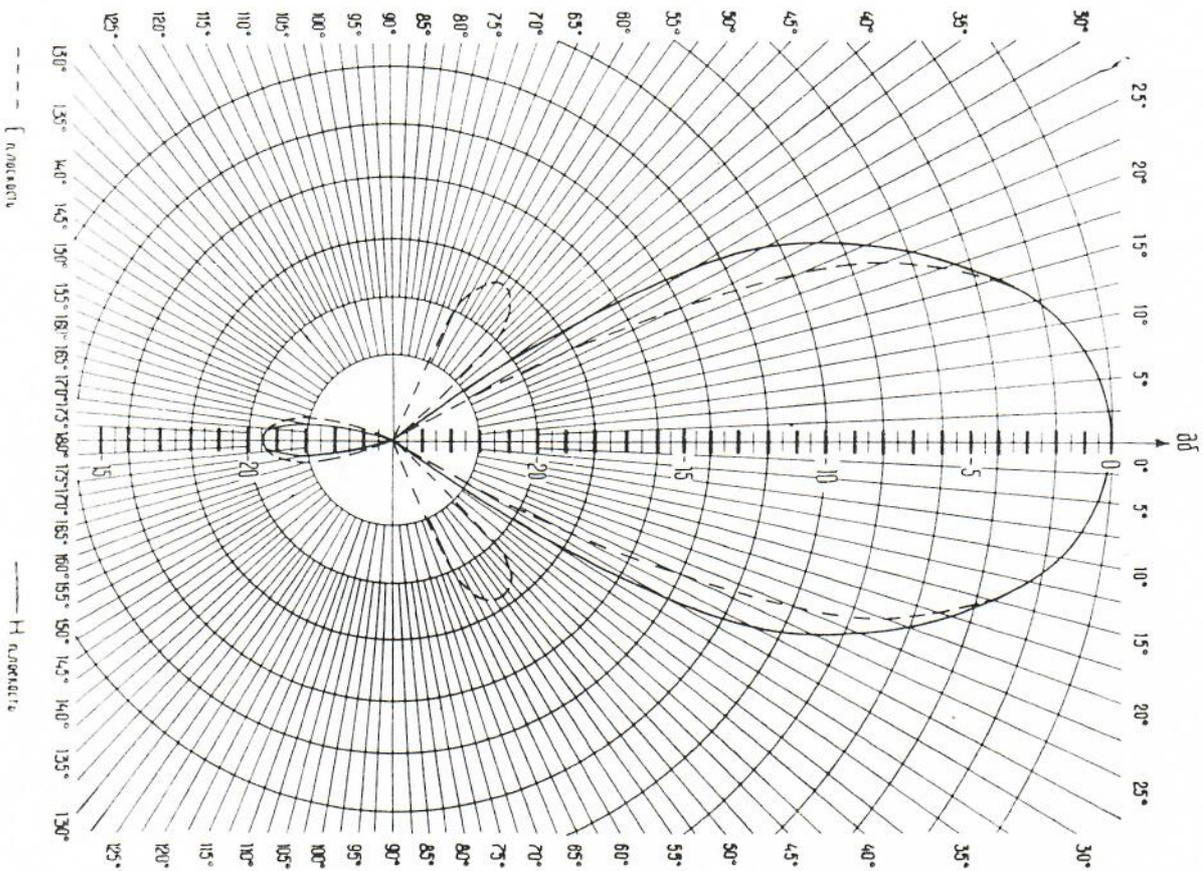
Диаграмма направленности антенны

Приложение

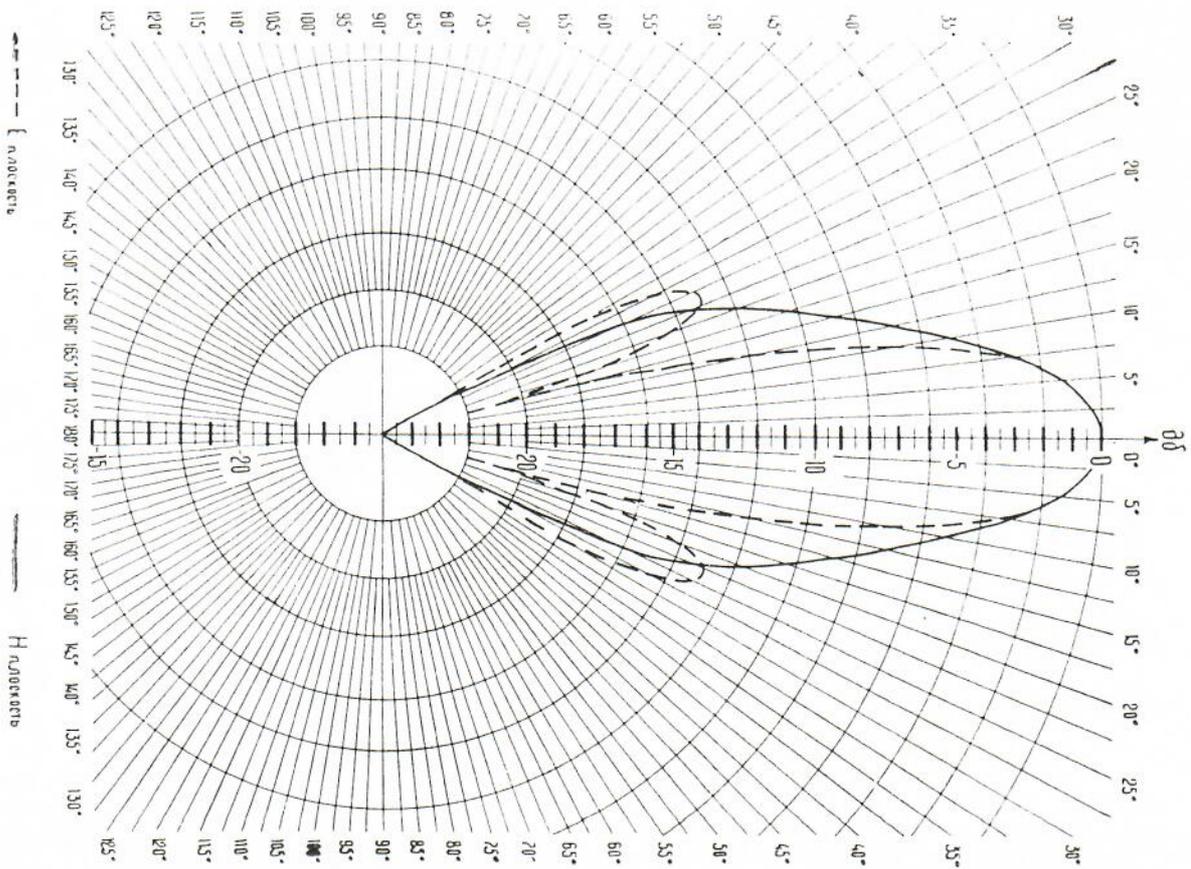
f — 1000 MHz



$f = 2000 \text{ MHz}$

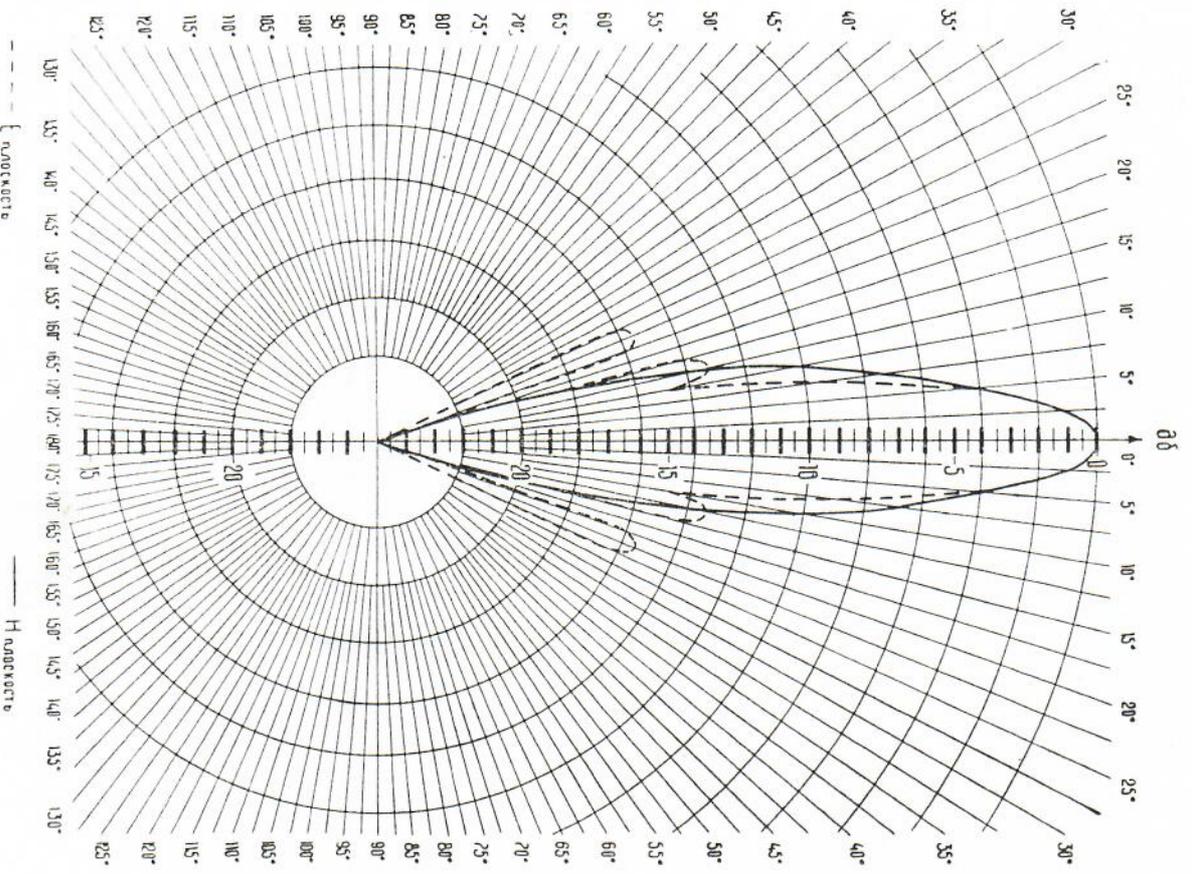


$f = 4000 \text{ MHz}$



Продолжение приложения

$f = 8000 \text{ MHz}$



Продолжение приложения

$f = 12000 \text{ MHz}$

