

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

Санкт-Петербургская

Государственная академия аэрокосмического приборостроения

ИССЛЕДОВАНИЕ
ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Методические указания к выполнению лабораторной работы

Санкт-Петербург
1995

Составитель: Ю.Н.Данилов

Рецензенты: кафедра конструирования и управления качеством радиоаппаратуры; канд. техн. наук доц.В.С.Калашников

Рассматриваются поляризационные характеристики электромагнитной волны и соотношения, которые качественно характеризуют волну эллиптической, круговой и линейной поляризаций. Анализируются геометрические параметры поляризационного эллипса для количественной оценки поляризации электромагнитной волны.

Рассмотрены способы создания заданного вида поляризации и методы измерения поляризационных параметров волны.

Методические указания составлены в помощь студентам радиотехнического факультета.

Подготовлены к публикации кафедрой антенно-фидерных устройств и систем радиовидения по рекомендации методической комиссии радиотехнического факультета Санкт-Петербургской государственной академии аэрокосмического приборостроения. \

Санкт-Петербургская государственная академия аэрокосмического приборостроения, 1995

Лицензия ЛР №020341 от 27.12.91 г.

Подписано к печати 31.05.1995.Формат 60х84 1/16. Бумага тип.№3.

Печать офсетная. Усл.печ.л. 0,93. Уч.-изд.л. 1.0,

Тираж 150 экз. Заказ №106

Редакционно-издательский отдел Отдел оперативной полиграфии СПбГААП
190000, Санкт-Петербург, ул.Б.Морская, 67

Цель работы: изучение способов описания поляризации плоских электромагнитных волн; способов создания заданного вида поляризации электромагнитной волны; методов поляризационных измерений; исследование поляризационных характеристик электромагнитной волны

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К РАБОТЕ

1.1 Описание поляризации плоских электромагнитных волн

Поляризационные характеристики волны наиболее просто можно рассмотреть на примере плоской электромагнитной волны [1,2,3].

Плоская электромагнитная волна является волной типа ТЕМ, В изотропной среде векторы электрического поля E и магнитного поля H такой волны лежат в плоскости волнового фронта, т.е. ориентированы перпендикулярно направлению распространения волны и ортогональны между собой.

В дальнейшем будем рассматривать только вектор электрического поля E плоской электромагнитной волны, так как полученные результаты в равной степени будут относиться к вектору магнитного поля H .

Если оси прямоугольных декартовых координат (X,Y,Z) выбрать так, чтобы ось OL совпадала с направлением распространения электромагнитной волны, то произвольно ориентированный будет иметь две компоненты (рис.1.1):

$$\begin{aligned} E_x &= E_{mx} \cdot e^{j(\omega t - kz = \varphi_x)} \\ E_y &= E_{my} \cdot e^{j(\omega t - kz = \varphi_y)} \end{aligned} \quad (1.1)$$

где ω – круговая частота; $k=2\pi/\lambda$ – волновое число; λ – длина волны; φ_x и φ_y – начальные фазы ортогональных составляющих E_x и E_y соответственно.

Для определения вида поляризации и основные поляризационных характеристик следует зафиксировать координату z в уравнении (1.1) и рассматривать изменение вектора E во времени. Не нарушая общности рассуждений, положим $z=0$. Тогда составляющие вектора E , направленные по

осям выбранной прямоугольной системы координат будут:

$$\begin{aligned} E_x &= E_{mx} \cdot e^{j(\omega t + \varphi_x)} \\ E_y &= E_{my} \cdot e^{j(\omega t + \varphi_y)} \end{aligned} \quad (1.2)$$

Вещественные части, комплексных амплитуд, т.е.

$$\begin{aligned} E_x &= R_e[E_x] = E_{mx} \cdot \cos(\omega t + \varphi_x) \\ E_y &= R_e[E_y] = E_{my} \cdot \cos(\omega t + \varphi_y) \end{aligned} \quad (1.3)$$

можно рассматривать как координаты точки конца вектора электрического поля E , ориентацию которого в пространстве в каждый момент времени можно определить через угол β (см. рис. 1.1.б)

$$\beta = \arctg \frac{E_{my} \cdot \cos(\omega t + \varphi_y)}{E_{mx} \cdot \cos(\omega t + \varphi_x)} \quad (1.4)$$

Считают, что волна обладает той или иной поляризацией в зависимости от того, какую кривую (годограф) описывает с течением времени конец векторов (E и H) поля в фиксированной точке пространства. Для определения вида траектории, а следовательно, вида поляризации электромагнитной волны, необходимо исключить из уравнения (1.3) время t . Проведя необходимые преобразования, получим

$$\frac{E_x^2}{E_{mx}^2} + \frac{E_y^2}{E_{my}^2} - \frac{2E_x \cdot E_y}{E_{mx} \cdot E_{my}} \cdot \cos \Delta\varphi = \sin^2 \Delta\varphi, \quad (1.5)$$

где $\Delta\varphi = \varphi_x - \varphi_y$ – разность фаз ортогональных компонент E_x и E_y .

Поскольку $\Delta\varphi$ является относительной разностью фаз между ортогональными компонентами, то, не нарушая общности рассуждений, в дальнейшем можно положить $\Delta\varphi_x = 0$, $\Delta\varphi = -\Delta\varphi_y$

Очевидно, что в самом общем виде уравнение (1.5) представляет собой эллипс ($E_{mx} \neq E_{my}$, φ имеет произвольное значение).

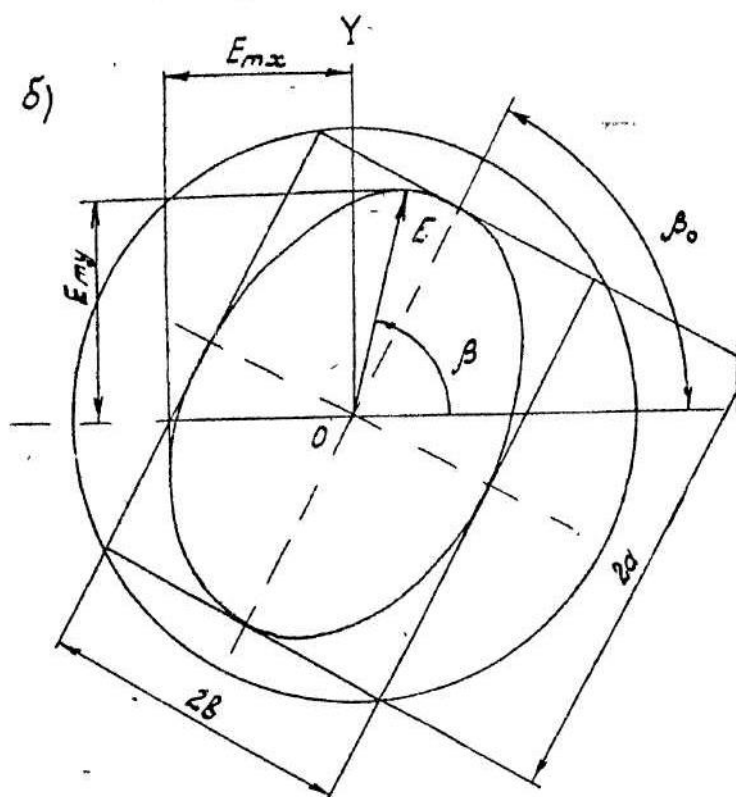
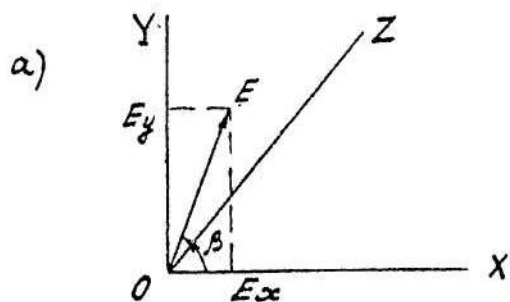


Рис. 1.1

Рассмотрим некоторые частные случаи для полученного соотношения (1.5).

Поскольку $\Delta\varphi$ является относительной разностью фаз между ортогональными компонентами, то, не нарушая общности рассуждений, в дальнейшем можно положить $\Delta\varphi_x = 0$, $\Delta\varphi = -\Delta\varphi_y$

Очевидно, что в самом общем виде уравнение (1.5) представляет собой эллипс ($E_{mx} \neq E_{my}$, φ имеет произвольное значение).

Рассмотрим некоторые частные случаи для полученного соотношения (1.5).

1. Если $\Delta\varphi = \pm\pi/2$, а $E_{mx} \neq E_{my}$, то в этом случае уравнение эллипса принимает вид

$$\frac{E_x^2}{E_{mx}^2} + \frac{E_y^2}{E_{my}^2} = 1 \quad (1.6)$$

При этом главные оси совпадают с осями ОХ и ОУ прямоугольной системы координат (см., рис. 1.1, б). Угловая скорость вращения вектора электрического поля Е, конец которого описывает эллипс, в этом случае будет

-4-

$$\begin{aligned} \Omega_{sp} &= \frac{d\beta}{dt} = \frac{d}{dt} \arctg\left(\frac{E_{mx}}{E_{my}} \cdot \operatorname{tg} \omega t\right) = \\ &= \frac{\omega}{\frac{E_{my}}{E_{mx}} \cos^2 \omega t + \frac{E_{mx}}{E_{my}} \cdot \sin^2 \omega t}, \end{aligned} \quad (1.7)$$

т.е. вектор Е совершает неравномерное вращательное движение, средняя угловая скорость которого за период несущей частоты высокочастотного колебания

$$\Omega_{\text{вр.ср.}} = \frac{1}{T} \int_0^T \Omega_{\text{вр}} dt = \pm \omega \quad (1.8)$$

Знак (+) или (-) в уравнениях (1.7) и (1.8) зависит от величины фазового сдвига между ортогональными составляющими $\Delta\varphi$.

Если $\Delta\varphi = \pi/2$, то вектор E обходит поляризованный эллипс против часовой стрелки (при наблюдении вдоль распространения волны). Это так называемая левополяризованная волна. Если $\Delta\varphi = \pm\pi/2$, то вектор E вращается по часовой стрелке, и это соответствует правополяризованной волне.

2. Если $\Delta\varphi = \pm\pi/2$, а $E_{mx} = E_{my} = E_m$, то уравнение (1.5) превращается в уравнение окружности.

$$E_x^2 + E_y^2 = E_m^2 \quad (1.9)$$

В данном случае, когда амплитуды ортогональных составляющих E_{mx} и E_{my} вектора электрического поля равны по величине и сдвинуты по фазе на $\Delta\varphi = \pm\pi/2$, конец вектора электрического поля в рассматриваемой точке пространства описывает окружность. Поляризация такого вида называется круговой. Угловая скорость вращения вектора электрического поля в этом случае

$$\Omega_{\text{вр}} = \frac{d\beta}{dt} = \frac{d}{dt} \arctg \frac{E_m \cdot \cos(\omega t \pm \pi/2)}{E_m \cdot \cos \omega t} = \pm \frac{d}{dt}(\omega t) = \pm \omega, \quad (1.10)$$

т.е. вектор E совершает равномерное вращательное движение с частотой, равной частоте источника высокочастотного колебания.

3. Если будет иметь место хотя бы одно из соотношений:

$$\begin{aligned}\Delta\varphi &= \varphi_x - \varphi_y = 0, \\ E_{mx} &= 0, \\ E_{my} &= 0,\end{aligned}\tag{1.11}$$

$\Delta\varphi = \pm\pi/2$, ориентация вектора электрического поля E будет оставаться неизменной. Поляризация такого вида называется линейной. Таким, образом, выше были рассмотрены некоторые соотношения, которые качественно характеризуют электромагнитную волну эллиптической, круговой и линейной поляризации.

Для количественной оценки поляризации электромагнитной волны пользуются геометрическими параметрами поляризационного эллипса (см.рис.1.1,б), так как эллиптическую поляризацию можно рассматривать как наиболее общий вид поляризации. Основными параметрами поляризованного эллипса являются его форма, направление обхода и ориентация относительно выбранной системы координат.

Форму эллипса обычно характеризует коэффициент эллиптичности (отношение полуосей эллипса), абсолютная величина которого

$$|r| = \frac{b}{a} \leq 1\tag{1.12}$$

где b и a - малая и большая полуоси эллипса соответственно. В общем случае произвольного фазового сдвига между ортогональными составляющими $\Delta\varphi$ коэффициенту эллиптичности приписывают знак (+), если имеет место левополяризованная волна, что соответствует $\Delta\varphi=0-180^\circ$. Если $\Delta\varphi = -(0-180^\circ)$, то имеет место правополяризованная волна и коэффициенту эллиптичности приписывают знак (-).

Ориентация поляризационного эллипса определяется углом между большой осью эллипса и осью абсцисс выбранной прямоугольной системы координат. Для однозначного определения угла β_0 ограничиваются

пределами $0 \leq \beta_0 \leq \pi$. Отношение амплитуд ортогональных составляющих вектора электрического поля $p = E_{my} / E_{mx}$ (см. рис. 1.1,б) и сдвиг фаз между ними связаны следующими соотношениями с коэффициентом эллиптичности r и углом β_0 :

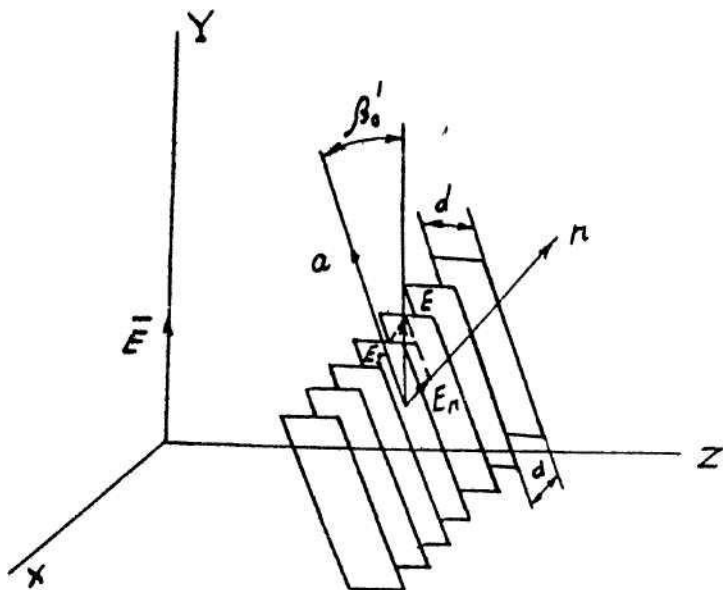


Рис.1.3

$$P = \sqrt{\frac{r^2 + \operatorname{tg}^2 \beta_0}{r^2 \operatorname{tg}^2 \beta_0 + 1}}, \quad (1.13)$$

$$\Delta\varphi = \operatorname{arctg} \left[\frac{2r}{(1 + r^2) \cdot \sin^2 \beta_0} \right]. \quad (1.14)$$

Поскольку при $\Delta\varphi = \pm\pi/2$, $p = |r|$, а при $\Delta\varphi = \pm\pi/2$ и $E_{mx} = E_{my}$,

то при круговой поляризации $p = |r| = 1$.

1.2. Способы создания заданного вида поляризации электромагнитной волны

Как было показано выше, волна с эллиптической поляризацией может быть представлена в виде суммы двух ортогональных линейно поляризованных волн с различными амплитудами и фазами. В качестве источников ортогональных линейно поляризованных электромагнитных колебаний с различными амплитудами и фазами могут быть использованы, например, два линейных вибратора, расположенные в пространстве под углом 90° друг к другу и возбуждаемые с относительным сдвигом фаз $\Delta\varphi$, или крестообразный щелевой излучатель, прорезанный в таком месте на широкой стенке прямоугольного волновода с волной H_{10} , где продольная и поперечная компоненты магнитного поля имеют определенные амплитудные и фазовые соотношения (рис.1,2).

Известны различные конструкции устройств для получения волн с эллиптической поляризацией [2], в настоящей же работе для преобразования линейно поляризованной волны в волну с эллиптической или круговой поляризацией используется поляризационная решетка. Решетка, установленная в плоскости, перпендикулярной направлению падения электромагнитной волны, представляет собой набор параллельных металлических пластин, расположенных на расстоянии α друг от друга и имеющих ширину d (рис. 1.3). Если установить решетку под некоторым углом к вектору поля исходной линейно поляризованной волны β'_0 , то вектор поля E в зоне решетки можно разложить на две ортогональные составляющие, одна из которых E_τ – параллельна пластинам, другая E_n – перпендикулярна им. Составляющие электромагнитной волны пройдут через решетку с различными постоянными распространения, а следовательно, с различными фазовыми скоростями.

Действительно, фазовая скорость составляющей E_τ будет определяться как фазовая скорость волны, распространяющейся в плоско-параллельной линии с расстоянием между металлическими пластинами α (волна типа H_{10} в плоскопараллельной линии). Расстояние между пластинами a решетки выбирается из неравенства $\lambda/2 < \alpha < \lambda$, т.е. на условия существования между пластинами основного типа волны H_{10} .

Обычно α берут равным $(0,6-0,7)\lambda$. Набег фазы компоненты E_τ при прохождении ее через решетку с длиной d будет

$$\varphi_\tau = \frac{2\pi}{\lambda_d} \cdot d, \quad (1.15)$$

где $\lambda_d = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - (\lambda/2a)^2}}$, длина волны, распространяющейся между пластинами;

λ – длина волны в свободном пространстве.

Величина затухания составляющей E_τ при прохождении через поляризационную решетку будет равна затуханию в плоскопараллельной линии шириной a и длиной d .

Фазовая скорость составляющей E_n при прохождении поляризационной решетки будет равна фазовой скорости волны, распространяющейся в свободном пространстве (волна типа ТЕМ), так как вектор E_n перпендикулярен пластинам, и они не оказывают влияния на фазовую скорость этой компоненты. Поэтому набег фазы составляющей E_n при прохождении решетки будет

$$\varphi_n = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot d. \quad (1.12)$$

Величина затухания составляющей E_n при прохождении через поляризационную решетку будет равна затуханию, которое испытывает волна

при распространении в свободном пространстве на пути d с учетом экранирующего действия решетки. При создании $\Delta\varphi$

$$\Delta\varphi = \varphi_n - \varphi_\tau = \pi/2,$$

т.е. при выборе длины пластин α , равной

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{\lambda}{1 - \frac{\lambda}{\lambda d}},$$

можно получить волну круговой поляризации, если $|E_\tau| = |E_n|$, или

эллиптической, если $|E_\tau| \neq |E_n|$.

При фазовом сдвиге $\Delta\varphi = 90^\circ$ ориентация поляризационного эллипса в пространстве (уравнение эллипса 1.6) жестко связана с положением пластин решетки относительно падающей на нее линейно поляризованной волны.

При этом оси эллипса всегда будут расположены так, что одна из них совпадет с направлением пластин решетки. Поэтому при вращении решетки относительно неизменной в пространстве линейно поляризованной волны будет изменяться как коэффициент эллиптичности r волны, так и угол ориентации эллипса в пространство b_0 (вследствие изменения соотношения амплитуд ортогональных составляющих E_τ и E_n , хотя сдвиг фазы $\Delta\varphi$ между ортогональными составляющими поля E будет оставаться неизменным и равным 90°). Очевидно, что при расположении пластин решетки перпендикулярно или параллельно исходному вектору линейно поляризованной волны E на ее выходе тоже будет линейно поляризованная волна. В этом случае решетка не изменяет поляризационные характеристики волны, а только вносит дополнительное затухание для прошедшей волны.

1.3. Методы измерения поляризационных параметров волны и формы поляризационного эллипса

Существует несколько методов измерения поляризационных параметров волны, каждый из которых позволяет определить геометрические параметры эллипса поляризации (коэффициент эллиптичности, угол наклона большой оси эллипса и т.д.). Из известных методов измерения поляризационных параметров волны можно выделить пять основных [2]: метод поляризационных диаграмм, компенсационный метод, метод разложения волны на ортогонально поляризованные компоненты, метод нескольких антенн, модуляционный метод.

Первые два метода применяются для измерения поляризационных параметров полностью поляризованных волн, а три последних - для измерения как полностью поляризованных, так и частично поляризованных волн. Под полностью поляризованной волной подразумевается волна с эллипсом поляризации, форма и ориентация которого не зависит от времени (монохроматическая волна).

Если спектр волны содержит не одну частоту, а некоторый набор частот, то размеры эллипса будут со временем изменяться. В зависимости от характера спектра эти значения могут быть либо регулярными (частично поляризованная волна), либо случайными (неполяризованная волна). В данной работе исследуются полностью поляризованные волны.

Сущность метода поляризованной диаграммы заключается в том, что приемная линейно поляризованная антенна поворачивается вокруг оси, совпадающей с направлением распространения волны, и измеряется амплитуда сигналов на различных угловых положениях антенны. При этом фактически измеряется так называемая поляризационная диаграмма, которая представляет собой геометрическое место максимальных проекций вектора электрического поля на поворачивающуюся прямую, соответствующую поляризации приемной антенны. По внешнему виду поляризационная диаграмма представляет собой для эллиптически поляризованной волны восьмерку с размытыми нулями (гантель), которая в случае линейно поляризованной волны превращается в чистую восьмерку, а при круговой поляризации вырождается в окружность

(рис.1.4). Очевидно, поляризационный эллипс и поляризационная диаграмма взаимосвязаны. Поэтому, зная нормированную поляризационную диаграмму, можно найти поляризационный эллипс, проведя геометрические построения, указанные на рис.2,1. Для этого необходимо установить перпендикуляры к прямым, соответствующим различным угловым положениям приемной антенны в точке их пересечения с поляризационной диаграммой (точки 1,2,3 на рис. 2.1). Полученные прямые будут являться одновременно касательными к поляризационному эллипсу, а точки пересечения касательных будут определять поляризационный эллипс. Поскольку главные оси эллипса перпендикулярны касательным, то они равны главным осям поляризационной диаграммы. Другие методы измерения поляризационных параметров электромагнитных волн, перечисленные выше, подробно описаны в литературе [2]. В данной же работе рекомендуется, исходя из конкретного состава аппаратуры, использовать метод поляризационных диаграмм.

2. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Установка для исследования поляризации электромагнитного поля (рис.2,2) состоит из передающей, приемной частей и поляризационной решетки, расположенной в плоскости, перпендикулярной направлению распространения электромагнитной волны и имеющей возможность поворота в этой плоскости в пределах углов $0-360^\circ$.

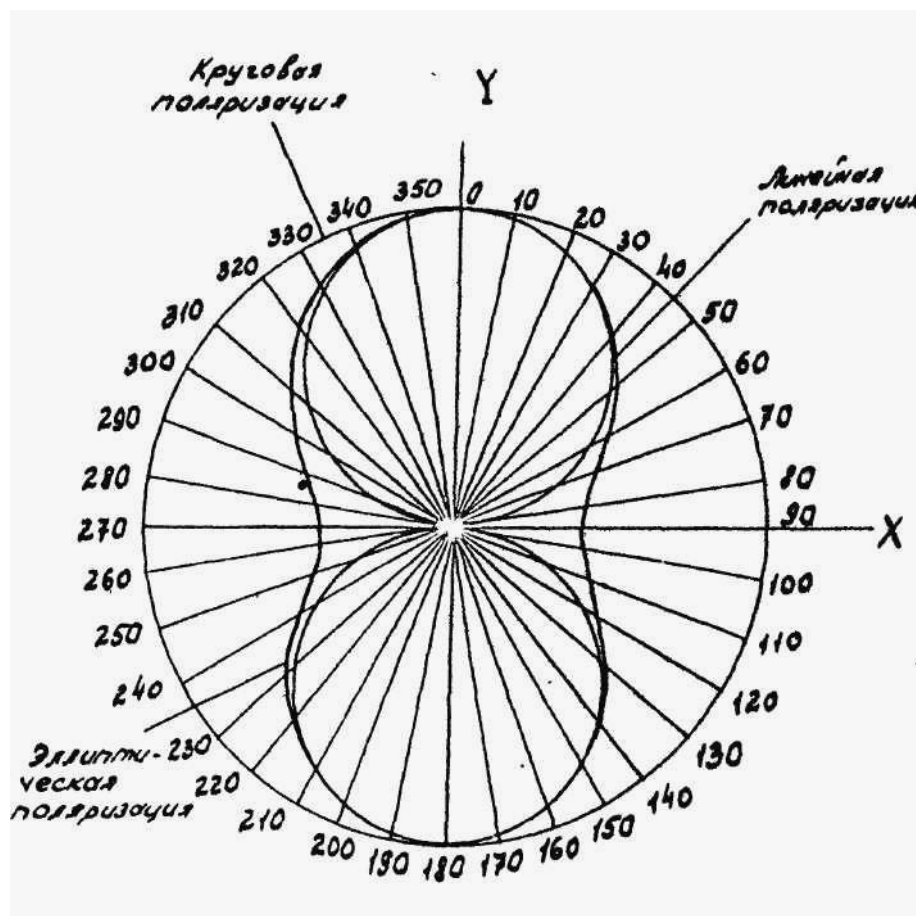


Рис.1.4

В передающую часть входят СВЧ генератор 1, работающий в режиме внутренней модуляции прямоугольными импульсами; выходной аттенуатор 2; передающий рупор 3; поляризационная решетка 4 с размерами $a=20\text{мм}$ и $d=24\text{мм}$.

Приемная часть установки состоит из приемного индикаторного рупора 5, который имеет возможность вращаться вокруг продольной оси в пределах углов $\theta = 0-360^\circ$; детекторной секции 6; измерительного усилителя 7.

3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Включить аппаратуру согласно инструкции по ее эксплуатации и дать ей прогреться в течение 15 мин; настроить генератор на частоту 11,98 ГГц; подготовить согласно инструкции измерительный усилитель к работе.

3.1 Исследование относительного затухания линейно поляризованной волны, вектор E которой ориентирован перпендикулярно или касательно пластинам решетки

1. Установить передающий рупор в положение "0", что соответствует излучению линейной вертикально поляризованной (относительно плоскости стола) волны.

2. Установить поляризационную решетку в положение $\psi = 0^\circ$, т.е. вектор электрического поля E волны должен быть перпендикулярен пластинам решетки.

3. Установить индикаторный рупор в положение $\theta = 0^\circ$, т.е. поляризация индикаторного рупора должна совпадать с поляризацией передающего рупора.

4. Выходным аттенуатором СВЧ генератора установить показания измерительного усилителя, близкие к максимально возможным. Записать это значение α_n .

5. Не изменяя положения, индикаторного рупора, установить поляризационную решетку в положение $\psi = 90^\circ$ и записать показание на

приборе измерительного усилителя α_{τ} . Относительное затухание нормальной и касательной составляющих амплитуды электромагнитного поля определяется соотношением

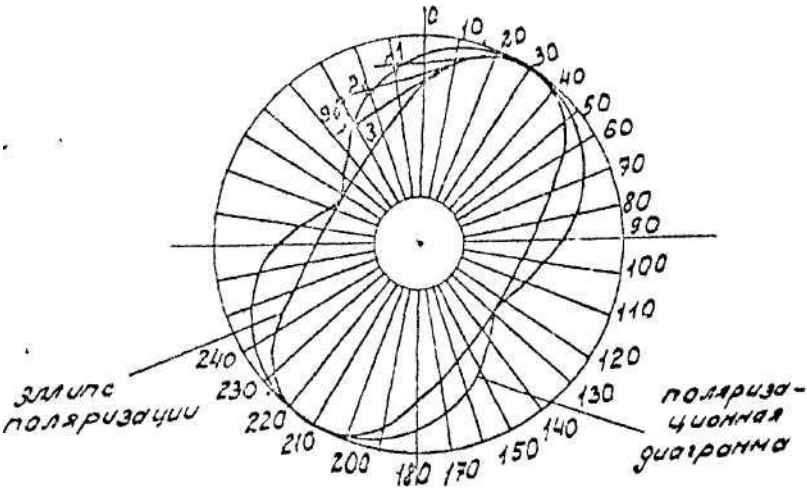


Рис.2.1

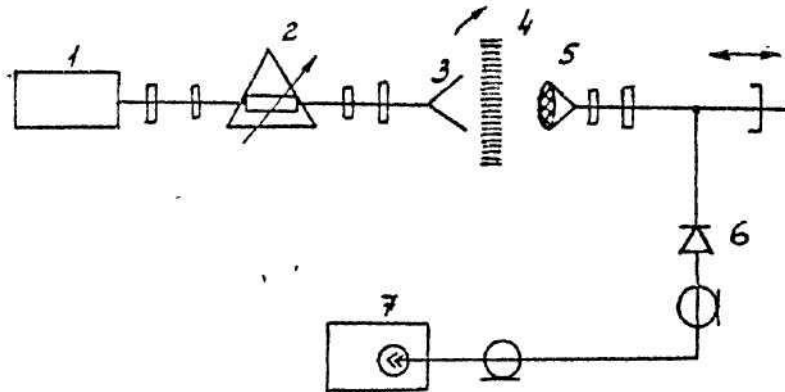


Рис.2.2

$$B = \frac{E_n}{E_r} = \sqrt{\frac{\alpha_n}{\alpha r}}$$

3.2. Исследование линейно поляризованной волны

1. Поляризационную решетку поставить в положение $\psi = 0^\circ$.

2. Вращая индикаторный рупор в пределах углов $\theta = 0-360^\circ$, отмечать через каждые 15° показания α на стрелочном приборе измерительного усилителя. Результаты измерений занести в табл.3.1.

Таблица 3.1

θ	0	15	30	...	315	330	345
$\alpha, \text{ дел}$							
α / α_{\max}							
$\sqrt{\alpha / \alpha_{\max}}$							

3.3. Исследование эллиптически поляризованной волны

1. Установить поляризационную решетку в положение $\psi = 30^\circ$ и через каждые 15° снять поляризационную диаграмму, вращая индикаторный рупор. Результаты измерений занести в табл.3.2.

Таблица 3.2

θ	0	15	30	...	315	330	345
$\psi = -30^\circ$	$\alpha, \text{ дел}$						
	α / α_{\max}						
	$\sqrt{\alpha / \alpha_{\max}}$						
$\psi = +30^\circ$	$\alpha, \text{ дел}$						
	α / α_{\max}						
	$\sqrt{\alpha / \alpha_{\max}}$						

3. Измерить коэффициент эллиптичности волны, устанавливая поляризационную решетку в положения $\psi = \pm 15^\circ, \pm 45^\circ$. Для этого установить поляризационную решетку в одно из указанных положений и, вращая индикаторный рупор в пределах углов $\theta = 0-180^\circ$, отмечать величину максимальных и минимальных показаний на усилите. Результаты измерений занести в табл.3.3. По данным таблицы рассчитать коэффициент эллиптичности r .

Таблица 3.3

ψ°	$\alpha_{min}, \text{ дел}$	$\alpha_{max}, \text{ дел}$	$r = \sqrt{\alpha_{min}/\alpha_{max}}$
0			
+ 15			
+ 30			
+ 45			
90			
- 15			
- 30			
- 45			

Значение r и $\psi = 0^\circ, \pm 30^\circ, 90^\circ$ взять из соответствующих данных исследований 3.1 и 3.2.

3.4. Исследование электромагнитной волны с круговой поляризацией

1. Установить поляризационную решетку в положение, $\psi = +45^\circ$.
2. Снять показание по шкале измерительного усилителя для E_n и E_τ т.е.

устанавливая индикаторный рупор в положение $\theta = -45^\circ$ и $\theta = +45^\circ$.

Данные измерений занести в табл.3.4 и определить

$$r = \sqrt{\frac{\alpha + 45^\circ}{\alpha - 45^\circ}}.$$

Таблица 3.4

ψ°	$\alpha + 45^\circ$	$\alpha - 45^\circ$	r_1
45°			

Расчеты, выполняемые при подготовке и проведению экспериментальных исследований и обработке экспериментальных данных:

1. По формулам (1.15) и (1.16) определить φ_τ и φ_n и $\Delta\varphi_{расч} = \varphi_\tau - \varphi_n$, считая при этом, что $\alpha = 20$ мм и $d = 24$ мм, Величину λ определить по частоте генератора f

$$\lambda = c / f ,$$

$C = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света.

2. По данным табл.3.1 построить поляризационную диаграмму в полярной системе координат, а по данным табл.3.2 – поляризационные диаграммы и поляризационные эллипсы.

3. По данным табл.3.3 для $\psi = \pm 15^\circ$ и $\pm 30^\circ$ по формуле (1.14) определить $\Delta\varphi_{изм}$. Сравнить величины $\Delta\varphi_{расч}$ и $\Delta\varphi_{изм}$ и объяснить их расхождение.

4. По данным табл.3.3 рассчитать коэффициент эллиптичности Построить график зависимости коэффициента эллиптичности от угла поворота поляризационной решетки $r = f(\psi)$.

5. По данным исследования 3.1 и табл.3.4 определить коэффициент эллиптичности без учета различного затухания нормальной E_n и тангенциальной E_τ составляющих вектора электрического поля по формуле:

$$r_2 = \sqrt{\frac{\alpha + 45}{\alpha - 45}} - \frac{\alpha_n}{\alpha_\tau} = r_1 \cdot B$$

4 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Блок-схема установки для исследования поляризационных характеристик электромагнитной волны.
2. Таблицы измерений и результаты их обработки.
3. Поляризационные диаграммы для случаев $\psi = 0^\circ, \pm 30^\circ$.
4. Поляризационные эллипсы для случая $\psi = + 30^\circ$.
5. График зависимости коэффициента эллиптичности от угла поворота поляризационной решетки.
6. Выводы по проделанной работе.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие основные характеристики однозначно определяют эллиптически поляризованную волну?
2. Какие существуют способы задания сдвига фаз между ортогональными составляющими электрического поля?
3. Какому виду поляризации соответствует $|r| < 1; |r| = 0; |r| = 1$?
4. Какую поляризацию должна иметь индикаторная антенна в методе поляризационной диаграммы?
5. Какие существуют методы измерения поляризационных параметров полностью поляризованной волны?
6. Что называется частично поляризованной и неполяризованной волной?
7. Как можно получить при помощи решетки левополяризованную и правополяризованную волну?
8. Как изменится вид поляризации при учете затухания α_τ и α_n ?
9. Как измерить α_τ и α_n ?

10. Объясните принцип действия поляризационной решетки.
11. Из каких соображений следует выбирать частоту генератора, если известны размеры a и d решетки?
12. Как будут изменяться характеристики поляризационного эллипса, если положение решетки остается неизменным, а вращается вектор E ?
13. Можно ли получить при помощи поляризационной решетки, изменяя ее размеры, электромагнитную волну с круговой поляризацией, когда вектор электрического поля падающей линейно поляризованной волны составляет произвольный угол с пластинами решетки?
14. Из каких соображений выбирается размер между пластинами решетки " a " ?
15. Какой набег фазы больше - в решетке φ_e или φ_n ?
16. Что называется поляризационной диаграммой? Объясните метод ее получения.
17. Что называется поляризационным эллипсом? Поясните метод получения поляризационного эллипса из поляризационной диаграммы.
18. В каких случаях поляризационная диаграмма и поляризационный эллипс совпадают?
19. Как необходимо изменить амплитудные и фазовые соотношения, чтобы ось эллипса поляризации повернулась на 90°

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Никольский В.В. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Наука, 1973. 607 с.
2. Канарейкин Д.Б., Потехин В.А., Павлов Н.Ф. Поляризация радиолокационных сигналов. П.: Сов.радио, 1966. 440 с.
3. Лавров В.М. Теория электромагнитного поля и основы распространения радиоволн. М.: Связь, 1964. 368 с.