

Направляемые электромагнитные волны

Поляризация электромагнитных волн

Под поляризацией понимается – плоскость распространения вектора электрического поля

Поляризацию удобно определять отдельно по двум признакам: по изменению положения вектора E в плоскости поляризации и по положению вектора E относительно выбранной системы пространственных координат (чаще всего относительно поверхности Земли).

Если вектор E в течение периода колебаний в данной точке пространства остается параллельным самому себе, поляризацию называют **линейной**, а волну — **плоско поляризованной**.

По положению вектора E относительно земной поверхности различают **вертикально поляризованную волну**, если плоскость поляризации перпендикулярна поверхности Земли, и **горизонтально поляризованную**, если вектор t расположен параллельно Земле. *На рисунке показано взаимное расположение векторов E , H , P вертикально и горизонтально поляризованной волны для частного случая, когда направление ее распространения параллельно Земле. В более общем случае, когда вектор P наклонен к поверхности Земли, вектор E не перпендикулярен Земле, а плоскость поляризации не параллельна Земле.*



Электромагнитная волна в устройствах и системах связи должна распространяться по определенному пути, не взаимодействуя без надобности с другими волнами, и достигать пункта назначения с наименьшими потерями. Функцию ведения волны по заданному пути выполняют **направляющие системы**; их называют также линиями передачи и волноводами. Электромагнитную волну, распространяющуюся вдоль такой системы, называют **направляемой**. Направляемая волна не должна излучать в окружающее пространство, поэтому поток энергии в поперечном направлении в среднем за период отсутствует.

Направляющая система называется регулярной, если она прямолинейна и ее поперечное сечение неизменно по длине.

По выполняемым функциям направляющие системы разбивают на две группы: фидеры и линии дальней связи.

Фидеры служат для передачи электромагнитной энергии между блоками аппаратуры, находящимися на сравнительно небольшом расстоянии: внутри усилителя или счетном машины, между антенной и передатчиком или приемником.

Линии дальней связи применяются для передачи электромагнитных сигналов на значительные расстояния (между населенными пунктами, городами, странами).

Направляющие системы должны удовлетворять ряду технических требований. Основными из них являются следующие:

— малый коэффициент затухания, обеспечивающий высокий КПД фидера, либо достаточный уровень сигнала для качественного приема на конце участка линии связи;

— обеспечение заданной передаваемой мощности, что существенно для мощных фидеров. При этом не должен возникать электрический пробой и температурный перегрев системы;

— экономическая целесообразность, определяемая умеренными поперечными размерами, малым весом, доступными материалами, простотой конструкции и технологии производства и т. п.

Не существует универсальных направляющих систем, удовлетворяющих поставленным требованиям во всех диапазонах частот. Наоборот, освоение каждого нового участка частотного спектра неизменно сопровождается созданием новых типов направляющих систем. Основное противоречие заключается в том, что коэффициент затухания направляющих систем большей частью растет с частотой.

Классификация направляемых волн

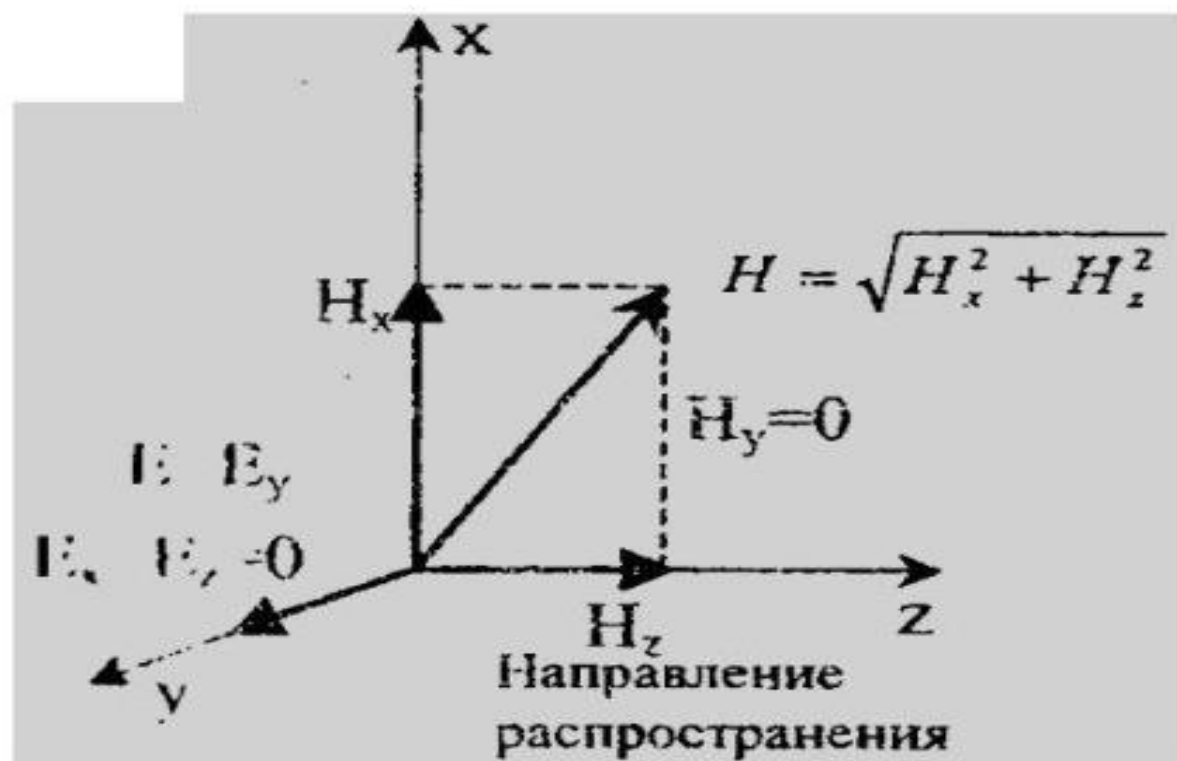
Отметим, прежде всего, одно универсальное свойство направляемых волн: поле любой волны обязательно имеет поперечные электрическую и магнитную составляющие, лежащие в плоскости, перпендикулярной оси z . Это необходимое условие для существования продольной компоненты вектора Пойнтинга обуславливающей передачу энергии вдоль продольной оси направляющей системы.

Класс волны определяется наличием либо отсутствием продольных составляющих поля E и H , параллельных направлению ее распространения. При классификации используется два принципа: либо указывается, какой вектор имеет продольную составляющую: E , H либо какой вектор является поперечным (transversal), т. е. целиком лежит в поперечной плоскости.

Электрическими волнами (E) называют волны, у которых вектор напряженности магнитного поля имеет только поперечную составляющую, а вектор напряженности электрического поля, помимо поперечной, имеет также продольную составляющую в направлении распространения волны. Эти волны иногда называют поперечно-магнитными (TM).



Магнитными волнами (H) называют волны, у которых вектор напряженности электрического поля имеет только поперечную составляющую, а вектор напряженности магнитного поля — как поперечную, так и продольную составляющие. Иногда их называют поперечно-электрическими (TE) волнами.



Класс ТЕМ (ПОПЕРЕЧНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ)

Поле поперечной ЭМ волны имеет только поперечные электрическую и магнитную составляющие. ($E_z=0$, $H_z=0$). Иногда их называют лехеровыми или L-волнами. Коэффициент распространения волны ТЕМ всегда равен коэффициенту распространения волны в среде, которой заполнена данная направляющая система. Это исключает возможность существования волны ТЕМ в системе, состоящей из двух или нескольких разнородных диэлектрических слоев.

Электрический и магнитный векторы в любой точке поля волны ТЕМ взаимно перпендикулярны и пропорциональны по величине. Коэффициент пропорциональности Z_w зависит лишь от параметров среды и одинаков для волн ТЕМ в направляющей системе и неограниченном пространстве.

Основные свойства:

1) Структура поля волны TEM в поперечном сечении не зависит от частоты.

2) Волна TEM может распространяться лишь в таких направляющих системах, где возможно существование электростатического поля. Так как речь идет о полях, ограниченных в плоскости перпендикулярной оси Z , то электростатическое поле может быть создано лишь в системе из двух или нескольких изолированных проводников.

КЛАССЫ EH И HE

Волны, поле которых имеет одновременно обе продольных составляющих E_z и H_z , называются *гибридными* и обозначаются EH или HE в зависимости от величины отношения E_z/H_z . Эти волны возникают в волноводах, состоящих из нескольких сред с различающимися параметрами, например, в диэлектрическом стержне, окруженном воздухом. Условия на границе двух диэлектриков не могут выполняться, если поле волны содержит одну продольную составляющую (исключенные составляют волны, обладающие круговой симметрией поля).