

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
Кафедра радиофизики

В.А. Тимофеев

**Амплитудные и фазовые методы
определения углового положения
источника электромагнитных волн**

*Методические указания
по выполнению лабораторной работы*

*Рекомендовано
Научно-методическим советом университета
для студентов специальности Радиофизика и электроника
и направления подготовки Телекоммуникации*

Ярославль 2006

УДК 530.145.6
ББК 3 840я73
Т 41

*Рекомендовано
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного издания. План 2006 года*

Рецензент кафедра радиофизики ЯрГУ

Тимофеев, В.А. Амплитудные и фазовые методы определения углового положения источника электромагнитных волн : метод. указания по выполнению лабораторной работы / В.А. Тимофеев; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль : ЯрГУ, 2006. – 56 с.

Методические указания посвящены основным физическим принципам определения углового местоположения источников электромагнитного излучения. Приводятся общие положения амплитудных и фазовых методов радиопеленгации. Рассмотрены их основные параметры и характеристики. Кратко представлены структурные схемы обработки сигналов в зависимости от выбранного метода анализа.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности 013800 Радиофизика и электроника и направлению подготовки 550400 Телекоммуникации (курс "Физика волновых процессов" и "Электромагнитные поля и волны", блоки ОПД, ДС), очной и заочной форм обучения в качестве руководства при выполнении лабораторной работы.

УДК 530.145.6
ББК 3 840я73

© Ярославский государственный университет, 2006
© В.А. Тимофеев, 2006

Введение

Задача определения углового положения источника радиоизлучения (*радиопеленгация*) имеет большое практическое значение, поскольку она является достаточно типичной для многих практических приложений. В радиолокации, включая пассивную радиотеплолокацию, – это определение направления на объект в обзорных системах, слежение и сопровождение объекта (так называемые радиосекстанты); в системах связи – определение местоположения и опознавание мешающего передатчика, нахождение источника вредных приему помех, таких как электрическое оборудование, поврежденные изоляторы на линиях электропередачи и т.д., определение местоположения несанкционированного передатчика; в навигации – определение собственного местоположения относительно известных радиомаяков, нахождение местоположения передатчика в случае бедствия, спутниковая радионавигация и ряд других.

Радиопеленгатор – это чувствительный элемент, определяющий направление прихода или азимут электромагнитной волны относительно опорного направления. Для определения пеленга на источник радиосигнала (углового местоположения излучающего объекта) все радиопеленгаторы используют разность задержки сигнала на апертуре антенной системы. Некоторые системы, такие как фазовые интерферометры, измеряют разность задержки непосредственно, в то время как другие, например вращающиеся рамочные антенные системы или расположенные по кругу антенные решетки (системы Вулленвебера, антенные решетки Эдкока), измеряют функцию задержки, которая отражается в амплитудной диаграмме направленности. Общая для всех пеленгаторов функциональная архитектура включает антенную систему, приемный блок и устройство обработки (угловой дискриминатор).

Современные радиопеленгаторы можно ориентировочно разбить на четыре категории [1 – 3]: амплитудные радиопеленгаторы, фазовые радиопеленгаторы, радиопеленгаторы с вектором, коррелированным по фазе и амплитуде, и радиопеленгаторы со сверхразрешением. Метод получения информации может быть параллельным или последовательным. Если метод параллельный, то измерения производятся почти мгновенно, и вводится столько приемных каналов, сколько сигналов поступает от антенн. При после-

довательном методе результат получается только после завершения последовательности необходимых радиочастотных переключений либо на антеннах, либо после фазового и/или амплитудного взвешивания антенных сигналов.

Выбор системы радиопеленгования всегда сложен, поскольку он представляет собой компромисс между характеристиками и конкретной эксплуатационной ситуацией. Существует ряд характерных особенностей, которыми пеленгатор должен обладать независимо от используемого принципа определения углового местоположения источника. Эксплуатационные и конструктивные особенности оборудования (метод отображения, эксплуатационная концепция, возможность дистанционного управления, температурные пределы, механическая прочность, форма, вес, потребляемая мощность и т.д.) должны отвечать требованиям конкретной области применения. Основные эксплуатационные и конструктивные особенности пеленгатора: точность, чувствительность, невосприимчивость к искажениям фронта волны, нечувствительность к деполяризации, влиянию помех в совмещенном канале и быстрая реакция.

Несмотря на существенное различие конкретных решаемых задач и практических схем реализаций радиопеленгаторов, всех их объединяет одно – общность радиофизических методов определения углового положения источника радиоизлучения.

Основы радиопеленгации

Измерение угловых координат источников радиоизлучения может производиться путем измерения амплитуды или фазы проходящих сигналов. Поэтому соответствующие методы радиопеленгации носят название амплитудных и фазовых методов. При частотной модуляции сигнала возможно использование и частотного метода определения направления, который иногда применяется совместно с амплитудным для повышения точности и разрешающей способности радиопеленгации по угловым координатам.

При перемещении антенны по угловой координате относительно направления на источник (рис. 1) амплитуда сигнала на линейном выходе антенны будет пропорциональна амплитудной

диаграмме направленности. Направление на источник соответствует положению максимума диаграммы в момент приема максимального сигнала. Для импульсных систем, например, сигнал на выходе будет определяться огибающей последовательности или пачки импульсов, центр тяжести которой и соответствует измеряемому направлению. Точность измерений координат этим способом, называемым методом максимума, однако, невелика.

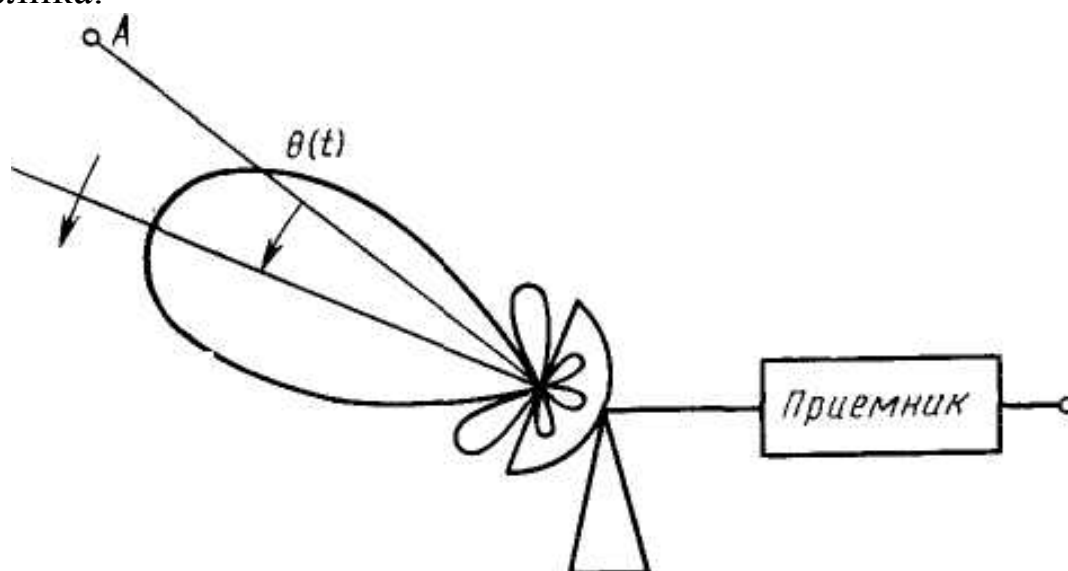


Рис. 1. Схема сканирования лучом

Для повышения точности измерений в системах с амплитудной пеленгацией для определения угловой координаты в одной плоскости формируются две перекрещивающиеся диаграммы направленности антенны, разнесенные на углы $\pm \theta_0$ от равносигнального направления (рис. 2а). При отклонении источника излучения (цели) на угол θ от равносигнального направления (объект находится в точке A) сигнал, принятый по нижней диаграмме, больше сигнала, принятого по верхней диаграмме. Разность амплитуд принятых сигналов определяет угол отклонения источника излучения от равносигнального направления. Знак этой разности характеризует направление смещения равносигнального направления относительно объекта. Когда равносигнальное направление совмещается с целью, амплитуды сигналов, принятых по обеим диаграммам, равны, а их разность обращается в нуль.