

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ РАДИОТЕХНОЛОГИИ»

АЛГОРИТМ ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ПЕЛЕНГОВАНИЯ СРЕДСТВ РАДИОМОНИТОРИНГА

Башкова М. А., студент гр.145201/магистрант

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Козлов С. В. – доктор тех. наук, доцент

Исследован алгоритм первичной обработки, реализующий типичный и достаточно эффективный способ пеленгования радиосигналов, который может быть использован в радиотехнике, для определения азимутального и угломестного направлений на источники радиосигналов в условиях априорной неопределенности относительно поляризационных и пространственных параметров радиосигналов, шумов и помех. Техническим результатом применения алгоритма является повышение эффективности пеленгования радиосигналов за счет расширения поля признаков, используемых при селекции пеленгуемых радиосигналов на фоне шумов и помех.

Если принять во внимание два известных свойства электромагнитного поля в дальней зоне: ортогональность векторов магнитной и электрической составляющих к направлению распространения и ортогональность плоскости фронта фаз к направлению распространения, то известные пеленгаторы по методу радиопеленгации могут быть отнесены к двум большим группам. К первой группе относятся поляризационно-чувствительные пеленгаторы, основанные на определении направления электрического и (или) магнитного векторов напряженности поля. Ко второй группе относятся фазо-чувствительные пеленгаторы, основанные на определении ориентации поверхности равных фаз электромагнитного поля (ЭМП).

При выборе способа пеленгования предъявляются следующие требования:

- высокая точность оценки угловых координат источников радиоизлучения, наблюдаемых в широкой полосе частот, в реальном масштабе времени;
- возможность учета и компенсации искажений поля, вызванных многолучевым характером распространения электромагнитных волн;
- возможность учета и компенсации дифракционных искажений наблюдаемой картины поля;
- возможность приема радиоволн произвольной поляризации и точной оценки их параметров (требуется либо, увеличение числа элементов антенной решетки, либо использование достаточно строгих моделей или достаточно полных баз данных о комплексной векторной диаграмме направленности каждого элемента антенной решетки и специального алгоритма обработки принимаемых сигналов, позволяющего оценить поляризационные параметры принимаемого излучения: наклона поляризационного эллипса, соотношения его осей, сдвига фаз между ортогональными составляющими).

Реализуем типичный и достаточно эффективный способ пеленгования, предусматривающий формирование распределения энергии по пространству сигналов с помощью алгоритма классического формирования луча, ориентированного на обработку электромагнитного поля заданной поляризации, определяемой типом антенного элемента, например, горизонтально или вертикально расположенными электрическими вибраторами. При этом комплексная фазирующая функция не зависит от поляризации пеленгуемых радиосигналов. Структура антенной решетки представлена на рисунке 1.

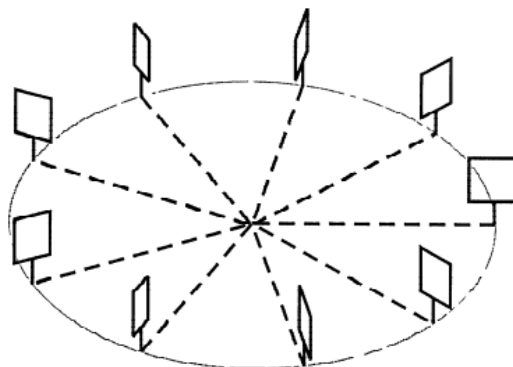


Рисунок 1 – Структура антенной решетки устройства поляризационно-чувствительного пеленгования.

Сам алгоритм можно реализовать следующим образом:

1. Принимают радиосигнал неизвестной поляризации многоэлементной антенной решеткой.

2. Формируют ансамбль радиосигналов $x_n(t)$, зависящих от времени t и номера n антенны, $n = \overline{1, N}$, где N - число антенн.

3. Синхронно преобразуют ансамбль принятых радиосигналов $x_n(t)$ в цифровые сигналы $x_n(z)$, где z - номер временного отсчета сигнала.

4. Преобразуют цифровые сигналы $x_n(z)$, в сигнал комплексного амплитудно-фазового распределения, описывающий распределение амплитуд и фаз принятого радиосигнала на элементах решетки, который запоминают.

5. Формируют идеальный сигнал комплексной фазирующей функции, описывающий возможные направления прихода сигнала от каждого потенциального источника, в виде:

$$\dot{A}_n(\alpha_m, \beta_m) = \exp \left\{ \frac{2\pi i}{\lambda} (r_n \cos \beta_m \cos(\alpha_n - \alpha_m) + z_n \sin \beta_m) \right\} \quad (1),$$

где $\dot{A}_n(\alpha_m, \beta_m)$ – n -я составляющая фазирующей функции \dot{A} ; r_n, z_n, α_n - цилиндрические координаты антенной решетки.

6. Используя сигнал фазирующей функции, преобразуют сигнал измеренного в сигнал комплексного углового спектра $\dot{s} = \dot{A}^+ \dot{H}$ где \dot{A}^+ - матрица, эрмитово сопряженная.

7. По максимуму модуля сигнала комплексного углового спектра $\dot{s} = \dot{A}^+ \dot{H}$ определяют пеленг на источник принятого радиосигнала.

При применении рассмотренного алгоритма достигается повышение эффективности (точности и информативности) пеленгования радиосигналов.

Повышение эффективности пеленгования достигается за счет:

- расширения поля признаков, используемых при селекции пеленгуемых радиосигналов на фоне шумов и помех;

- использования обобщенного критерия формы волнового фронта, предусматривающего проверку степени близости формы принятого и модельного волновых фронтов с учетом поляризации, в качестве признака достоверности пеленгования;

- применения новых поляризационно-чувствительных операций обработки принимаемых радиосигналов, обеспечивающих согласование принятого радиосигнала и фазирующей функции как по направлению прихода, так и по виду его поляризации.

При пеленговании сигналов неизвестной поляризации способ, ориентированный на обработку электромагнитного поля определенной поляризации, дает большие погрешности пеленгования в случае, если поляризационные характеристики антенн пеленгационной решетки не согласованы с поляризацией падающих волн или антенны решетки расположены вблизи отражателей, которые могут изменить поляризацию. В связи с этим, применение способа поляризационно-чувствительного пеленгования, ориентированного на обработку электромагнитного поля произвольной поляризации, является необходимым для получения более точных результатов пеленгования сложно поляризованных радиосигналов, например, сигналов ионосферных волн, а также в сложных условиях размещения антенной решетки пеленгатора, например, на подвижных платформах (автомобилях, кораблях, самолетах).

Данная технологии пеленгования, учитывающая поляризацию радиосигнала, при различии полезного сигнала и помех по поляризации позволяют реализовать возможность выделения полезных сигналов на фоне помех даже в случае совпадения направлений их прихода, то есть при совпадении пространственных спектров сигнала и помехи.

Список использованных источников:

1. Рембовский А.М., Ашихмин А.В., Козьмин В.А. Радиомониторинг: задачи, методы, средства/ Под редакцией А.М. Рембовского. – Изд. 2. – М: Горячая линия – Телеком, 2010. – 624 с.

2. Патент № 2393498 Российская Федерация, МПК G01S5/04 с определением местоположения источника излучения с помощью нескольких разнесенных пеленгаторов: заявл.18.09.2008: опубл.27.06.2010 / Шевченко В. Н., Иванов Н. М., Шевченко Е. А. – 17с.