

Установлено, что в интервале значений  $N$  от 100 до 1000 для всех переменных дискретно-нелинейной системы Чуа наблюдается снижение  $K_p$ . Наибольшее значение  $K_p$  наблюдается при передаче ФМн сигнала, маскируемого псевдослучайным сигналом формируемым на основе переменной  $Y$  дискретно нелинейной системой Чуа.

#### Список использованных источников

1. Дмитриев А.С., Панас А.И. Динамический хаос: новые носители информации для систем связи. – М.: Издательство Физико-математической литературы, 2002.—252 с.

2. Герасимов С.С., Афанасьев В.В., Марданшин Э.Р. Влияние шумов на эффективность избирательного подавления псевдослучайных сигналов системы Чуа. //III НАУЧНЫЙ ФОРУМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ: ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ТТТ-2019. Проблемы техники и технологий телекоммуникаций птитт-2019 / материалы XVII Международной научно-технической конференции. Казань, 18 – 22 ноября 2019 года. – Казань: КНИТУ-КАИ 2019. – Т 1 С. 545-546.

Герасимов Степан Сергеевич, магистр кафедры ЭКСПИ. E-mail:stepa9611@mail.ru

Афанасьев Вадим Владимирович, доктор технических наук, профессор, кафедры ЭКСПИ. E-mail: ivans8585@mail.ru

УДК. 621.317.361

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПЛЕРОВСКОГО СМЕЩЕНИЯ ЧАСТОТЫ СТАЦИОНАРНОГО ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ В РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКЕ**

Р.М. Мирзоев, В.А. Зеленский

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

**Ключевые слова:** Доплеровское смещение, источник радиоизлучения.

Такое явление, как эффект Доплера часто используется в радиотехнике. Измеряя Доплеровское смещение частоты, можно определять скорость движения объектов, местоположение источника излучения, пеленг и т.д. Измерение смещения происходит за счёт вычитания истинной частоты излучаемого сигнала из частоты проходящего (как правило, отраженного) сигнала.

Существуют методы определения координат источников радиоизлучения (ИРИ), основанных также на эффекте Доплера. Нередко, задача определить местоположение ИРИ относится к радиотехнической разведке (РТР) с использованием летательных аппаратов (ЛА). Особенностью РТР является то, что ЛА не должен излучать собственные

сигналы, чтобы оставаться радио невидимым. В результате можем измерить частоту приходящего сигнала, но истинная частота сигнала остаётся неизвестной.

Летательные аппараты, предназначенные для РТР, как правило, оборудованы пеленгаторами, позволяющими измерять направление на ИРИ фазовым или другими способами. Наличие информации о пеленге позволит косвенно вычислять Доплеровское смещение.

Смещение Доплеровской частоты определяется следующими формулами:

$$f_{Dop} = f_0 * \frac{v}{c} * \cos\alpha, \quad (1)$$

$$f_{Dop} = f_{in} - f_0, \quad (2)$$

где  $f_0$  – истинная частота ИРИ;  $v$  – скорость движения ЛА;  $c$  – скорость света;  $\alpha$  – угол между вектором скорости и направлением на цель;  $f_{in}$  – частота приходящего сигнала.

Выполним следующие преобразования:

$$f_{in} * \frac{v}{c} * \cos\alpha = f_{Dop} * \frac{v}{c} * \cos\alpha + f_0 * \frac{v}{c} * \cos\alpha. \quad (3)$$

Заметим, что последнее слагаемое в формуле (3) также равняется Доплеровскому смещению:

$$f_{in} * \frac{v}{c} * \cos\alpha = f_{Dop} * \left(1 + \frac{v}{c} * \cos\alpha\right). \quad (4)$$

Выражаем частоту Доплера:

$$f_{Dop} = f_{in} - \frac{f_{in}}{\left(1 + \frac{v}{c} * \cos\alpha\right)} \quad (5)$$

Из формул (2) и (5) следует:

$$f_0 = \frac{f_{in}}{\left(1 + \frac{v}{c} * \cos\alpha\right)} \quad (6)$$

Таким образом, приведённые выше формулы позволяют вычислять Доплеровское смещение частоты косвенным путём, а также истинную частоту сигнала. Эти данные расширяют возможности для анализа и получения большей информации об ИРИ, в частности о местоположении.

### Список использованных источников

1. Евдокимов О.Ю., Евдокимов Ю.Ф. Оценка точности частотно-фазового метода определения местоположения источников излучения //Известия ТРТУ, Компьютерные технологии в инженерной и управленческой деятельности. –С. 28-35.

2. Смирнов Ю.А. Радиотехническая разведка. – М.: Воениздат, 2001. – 456с., ил.

Мирзоев Рустам Музаффарович, аспирант кафедры конструирования и технологии электронных систем и устройств.

Зеленский Владимир Анатольевич, доктор технических наук, профессор кафедры конструирования и технологии электронных систем и устройств.

УДК 621.396.962

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДВУХПОЗИЦИОННОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ

С.А. Воронцова

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Для разработки методики расчета построим для варианта двухпозиционной радиолокационной станции (РЛС) линии равных дальностей (рис. 1).

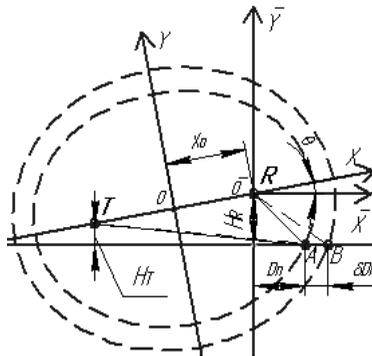


Рисунок 1 – Линии равных дальностей для двухпозиционной РЛС

Как видно из данного рисунка разрешающая способность по поперечной дальности  $\delta_{дп}$  определяется разностью поперечных дальностей от места расположения приёмника до точек В и А.

Предлагаемая методика содержит следующие этапы:

1. Задаем значения параметров «геометрии» системы (базы В); разности высот приёмника и передатчика ( $\delta H = (H_R - H_T) < B$ ); высота полёта системы ( $H_{сист.} = H_R$ ) и длительности импульса ( $\tau_u$ ).

2. Вычисляем значение высоты передатчика  $H_T$  по формуле: