

***Кафедра Радиотехнических систем
(РТС)***

Курс

Навигационно-связные радиосистемы

Семинар 5.

**Решение навигационной задачи разностно-
дальномерным методом с использованием
активных UWB ретрансляторов**

Позиционирование с использованием активных UWB ретрансляторов

UWB-технология (Ultra Wide Band – сверхширокополосная) основана на использовании сверхширокополосных (СШП) импульсов очень короткой длительности с низкой спектральной плотностью мощности.

UWB – это все радиочастотные технологии, у которых радиочастотный канал превышает либо 500МГц, либо он содержит 20% от величины центральной частоты модуляции.

Главное преимущество описываемой технологии – способность сохранять эффективность в помещениях со сложной геометрией и большим количеством помех.

Основные преимущества таких сигналов включают:

- возможность проникновения сквозь стены;
- дальнометрия, а, следовательно, позиционирование с высокой точностью;
- высокоскоростная передача данных;
- низкая стоимость и низкое потребление мощности.

Рис.1. СШП-импульс с шириной полосы около 1 нс

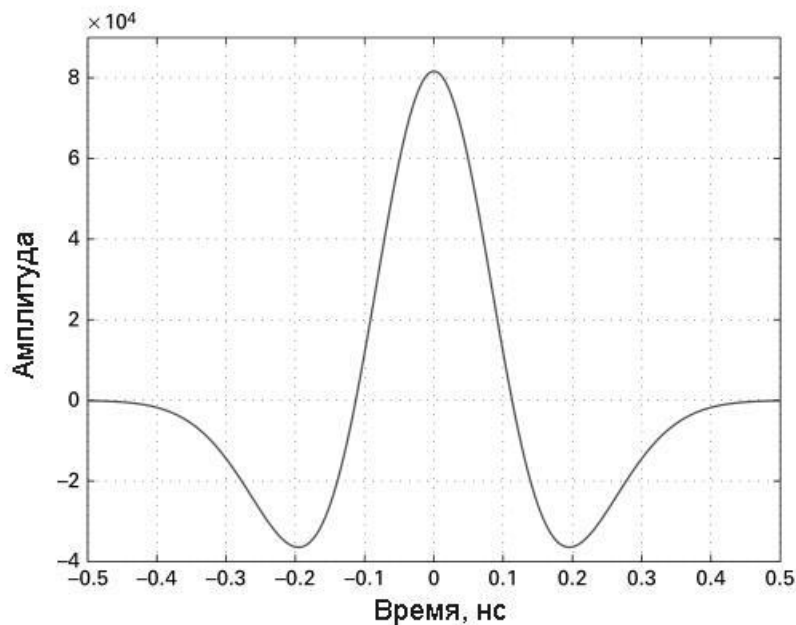
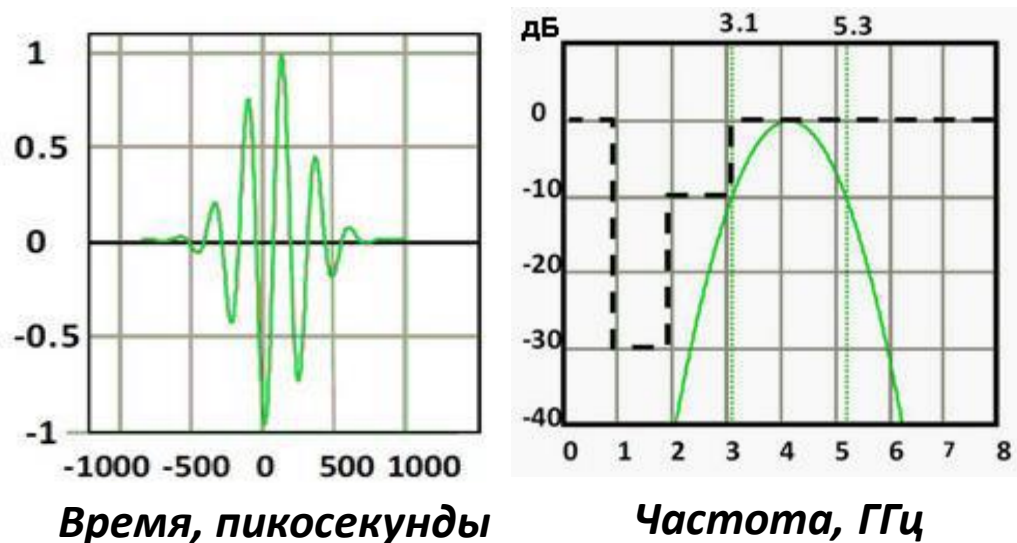


Рис.2. Временная развертка (слева) и частотная характеристика (справа) UWB сигнала



Используется низкочастотная циклическая передача импульсов с частотой повторения 10 МГц

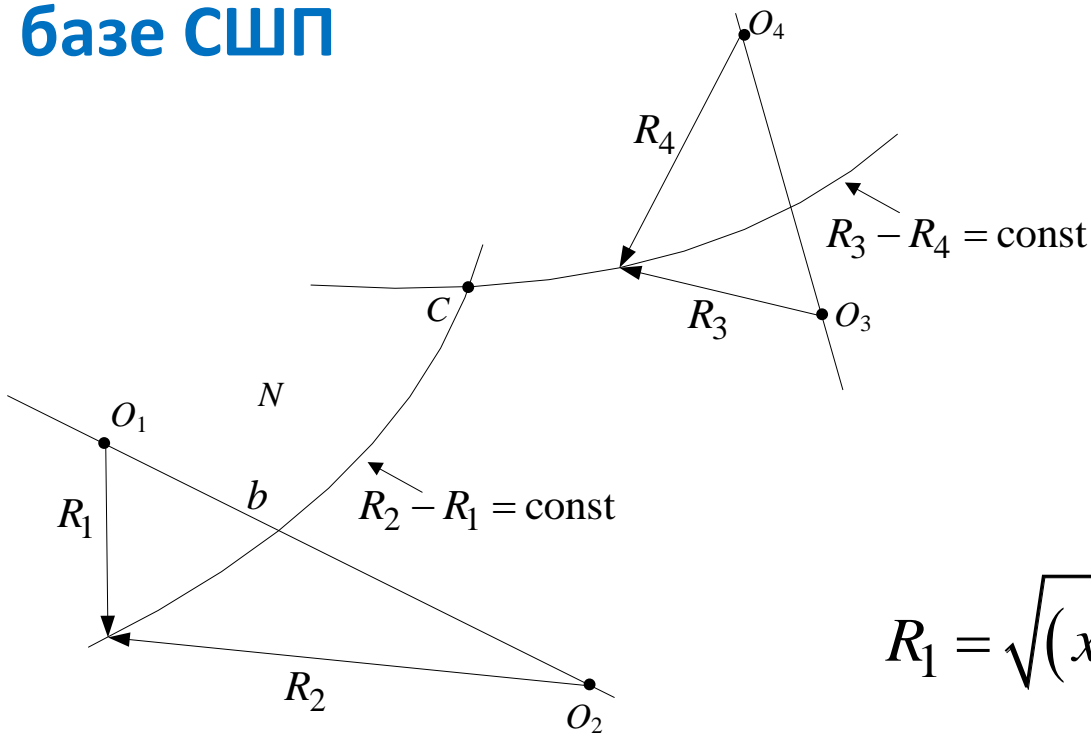
Цикл передачи состоит из пакета от нескольких тысяч до несколько сотен тысяч последовательно передаваемых импульсов

Преимущество технологии: надежная работа и высокая точность позиционирования даже при наличии отраженных сигналов и способность сохранять эффективность в помещениях со сложной геометрией и большим количеством помех.

Принципиальные ограничения UWB технологии:

- В настоящее время отсутствуют технические возможности значительного увеличения мощности передачи. Номинальная мощность передатчика – 50 мкВт, максимальная мощность излучения – 10 мВт.
- Возникновение широкополосных помех для других систем при значительном уровне излучения и соответственно ограничения по использованию со стороны органов частотного регулирования.

Построение позиционной разностно-дальномерной беззапросной локальной навигационной системы на базе СШП



$$R_p = R_1 - R_2$$

$b = O_1 O_2 -$
база измерительной системы

$$R_1 = \sqrt{(x_1 - x_o)^2 + (y_1 - y_o)^2 + (z_1 - z_o)^2}$$

$R_p = R_1 - R_2 = \text{const} \Rightarrow$ гиперболу, проходящую через точку C
местоположения объекта

Для определения местоположения объекта на плоскости в **2D** нужно использовать **две разностно-дальномерные системы**, а для определения местоположения объекта в пространстве в **3D** — **три**.

Построение позиционной разностно-дальномерной беззапросной локальной навигационной системы на базе СШП

Принцип работы

1. Первичная обработка: дальности измеряются по разнице задержек импульсов в режиме простого излучения, без ответа,
2. Вторичная обработка: осуществляется решение навигационной задачи, зная положения маяков.

Излучения организованы по чёткому расписанию:

маяки по очереди излучают импульсы (требуется синхронизация по проводу или беспроводная), а НАПы принимают эти импульсы с разной задержкой, зависящей от разницы дальностей до маяков.

Оценки дальностей по радиоканалу передаются в **мастер-маяк** или **мастер-маркер**, который подключен к компьютеру, где на основе оценок разностей расстояний решается навигационная задача. 6

Построение позиционной разностно-дальномерной беззапросной локальной навигационной системы на базе СШП

Радиомаяк представляет собой наземное передающее устройство с известными координатами, по сигналам которого с помощью бортового радиоприемного устройства можно измерять расстояние между приемопередатчиками и таким образом определять местоположение объектов.

Радиомаяки применяются в системах позиционирования в реальном времени, где определяется точное местонахождение объекта. В таких системах радиомаяк излучает сигнал с уникальным идентификационным кодом по команде или с заданной периодичностью (это может быть каждые три секунды или раз в день, в зависимости от того, как часто необходимо получать данные о местонахождении объекта). Сигнал маячка принимается как минимум тремя антеннами, расположенными по периметру участка, на котором отслеживаются объекты.

Практическая сторона дела

Требуется выполнить следующее:

1. Записать функциональную связь между измеряемой дальностью и координатами объекта.
2. Применить метод наименьших квадратов (МНК), который минимизирует квадратичную норму вектора невязок.
3. Для применения МНК найти производную функции $f(x)$, связывающей вектор измерений с вектором состояния, по вектору состояния x .
4. Найти вектор состояния x , пользуясь итеративным алгоритмом, суть которого и есть МНК.
5. Проверить сходимость МНК, построив график соответствующей зависимости.
6. Записать формулу для расчета геометрического фактора.
7. Прислать мне на эл. почту отчет о проделанной работе.