

## Радіотехнічні пристрої та системи

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ОБРАТНОЙ ТРИАНГУЛЯЦИИ В СИСТЕМАХ ЛОКАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА

*Иськив В.М., старший преподаватель; Чугунов В.В.; Лысенко А.В.  
Севастопольский национальный технический университет,  
г. Севастополь, Украина*

Системы локального позиционирования (СЛП) находят широкое применение в сельскохозяйственных и промышленных отраслях, что обусловлено их высокой точностью определения координат объектов (1-3 м) и возможностью обеспечения непрерывного отслеживания местоположения объектов как снаружи, так и внутри зданий. Использование метода обратной триангуляции для определения координат объектов позволяет достичь высоких технических характеристик системы при её относительно низкой стоимости. Опишем принцип работы системы использующей данный метод определения координат объектов [1].

Данная система состоит из трех частей: радиопередающей части; активных радиометок; координационного центра. Территорию, в пределах которой будет производиться слежение за местоположением радиометок, ограничим квадратом. На рис. 1 изображена схема расположения элементов системы позиционирования и траектория, по которой производится сканирование зоны обслуживания на наличие радиометок. На рис. 1 введены обозначения: А, В, С, D - радиопередающие устройства; КЦ - координационный центр; М - радиометки.

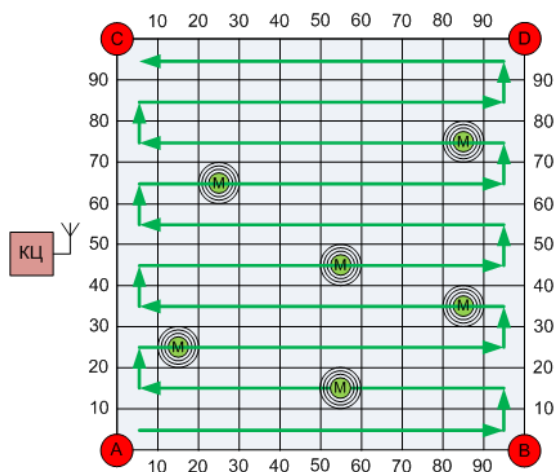


Рис.1. Схема расположения элементов системы позиционирования

Радиопередающая часть содержит четыре радиопередатчика, которые излучают одинаковые по форме радиосигналы на различных несущих частотах в различные моменты времени. Соотношение между временными сдвигами определяет точку, для которой будет выполняться запрос на наличие радиометки. Радиометки устанавливаются на объектах, за местоположением которых ведется наблюдение. В случае одновременного приема радиометкой

сигналов излучаемых различными радиопередающими устройствами, ею будет отправлен сигнал в координационный центр несущий информацию о

номере метки. Далее в координационном центре производится вычисление местоположения радиометки исходя из временных задержек между излучением сигналов каждым из радиопередатчиков. То есть, сканирование зоны обслуживания на наличие радиометок можно провести путем изменения временных сдвигов между излучением сигналов каждым из передатчиков таким образом, что бы все сигналы приходили одновременно в точку, для которой производится запрос на наличие радиометки [2].

Пусть временные сдвиги между излучением сигналов передатчиками формируются относительно момента излучения сигнала радиопередатчиком, находящимся в точке А. Тогда временные сдвиги для точки, для которой выполняется запрос, определяются по следующим формулам:

$$\Delta t_{BM} = t_{BM} - t_{AM} = \frac{\sqrt{(x_B - x_M)^2 + y_M^2}}{c} - \frac{\sqrt{x_M^2 + y_M^2}}{c};$$

$$\Delta t_{CM} = t_{CM} - t_{AM} = \frac{\sqrt{x_M^2 + (y_C - y_M)^2}}{c} - \frac{\sqrt{x_M^2 + y_M^2}}{c};$$

$$\Delta t_{DM} = t_{DM} - t_{AM} = \frac{\sqrt{(x_D - x_M)^2 + (y_D - y_M)^2}}{c} - \frac{\sqrt{x_M^2 + y_M^2}}{c},$$

где  $t_{AM}, t_{BM}, t_{CM}, t_{DM}$  — время распространения радиоволны от радиопередатчиков А, В, С, D до радиометки;  $D_{AM}, D_{BM}, D_{CM}, D_{DM}$  — расстояние от радиопередатчиков А, В, С, D до радиометки;  $c$  — скорость распространения радиоволн в пространстве;  $x_M, y_M$  — координата радиометки;  $x_B, x_D, y_C, y_D$  — координаты радиопередатчиков по оси x или y;

Погрешность определения координат объекта зависит от двух факторов: точности установления временных задержек между излучением сигналов; длительности импульсов на входе схемы сравнения. Наиболее существенное влияние на результирующую погрешность измерения оказывает второй фактор, поэтому для минимизации влияния данного фактора необходимо уменьшать длительность передаваемого сигнала [3].

Таким образом, показана возможность применения метода обратной триангуляции в системах локального позиционирования для определения координат объектов. Описан принцип работы системы использующей данный метод, указаны факторы влияющие на погрешность измерения координат системой и пути к её минимизации.

### Литература

1. Мультисенсорные навигационные системы для локального позиционирования — А. В. Самарин, Изд-во СТАПРЕСС, 2006 — 86 с.
2. Analog and digital communication. — D. L. Kindersley, Licensees of Education in South Asia, 2010. — 372 с.
3. Основы радиолокации: учебник для вузов. М.: Радио и связь, 1983.—536 с.