

### **Алгоритм определения трехмерных географических координат низколетящей цели суммарно-дальномерным методом разнесенного приема отраженного сигнала наземными средствами**

Для измерения трехмерных координат воздушных объектов требуется, как минимум, одна передающая и три приемные наземные позиции, трехмерные координаты которых должны быть известны точно. Точное измерение координат наземных позиций производится с помощью многократного использования системы глобального позиционирования ГЛОНАСС во время развертывания позиций. Любая из трех приемных позиций должна находиться не ниже плоскости проходящей через две оставшиеся приемные позиции и касающейся поверхности Земли в точке расположения передающей позиции. Диаграммы направленности приемных позиций должны быть изотропными по азимуту. Диаграмма направленности передающей позиции может быть как изотропной, так и узко направленной по азимуту и косекансной по углу места. Последняя диаграмма направленности позволяет существенно снизить количество облучаемых воздушных объектов и, следовательно, облегчить их отождествление. В отличие от случая, рассмотренного в [1], где центральная позиция являлась приемно-передающей, в рассматриваемой структуре радиолокационного поля нет блокирования приема на время передачи сложного сигнала большой длительности.

При объединении приемных и передающих позиций в единое радиолокационное поле каждая приемная позиция будет обслуживать три передающие позиции, которые излучают три различные М-последовательности или работают на разных частотах. Такое поле позволяет измерять долготу, широту и высоту низколетящих объектов, чем составляет конкуренцию полю из однопозиционных радиолокационных станций с вертикальными антенными решетками, поскольку ненаправленные антенные системы приемных позиций при разнесенном приеме будут иметь существенно меньший вес и могут быть подняты на большую высоту при меньших затратах. Тем более, что антенну передающей позиции поднимать не надо.

С целью определения долготы, широты и высоты воздушного объекта его географические координаты были связаны с географическими координатами передающей и приемных позиций, а также с измеренными суммарными дальностями от передающей до приемных позиций (через воздушный объект). Полученная система из трех трансцендентных уравнений решалась модифицированным методом Ньютона.

После проведения экспериментов с имитационной моделью было выяснено, что оценка высоты является смещенной. С ростом полосы излучаемого сигнала и высоты полета низколетящего воздушного объекта смещение и ошибка оценки высоты уменьшаются, а с ростом расстояния от передающей позиции – увеличиваются. Эксперименты показывают, что для получения приемлемых оценок высоты полоса сигнала не должна быть меньше 20 МГц. Угловые координаты низколетящего воздушного объекта (долгота и широта) измеряются с гораздо более высокой точностью и существенно меньшим смещением.

Было обнаружено, что высота низколетящего воздушного объекта измеряется примерно с той же точностью, как его долгота и широта, если воздушный объект располагается достаточно близко к передающей и приемным позициям. В этом случае высота является частью измеряемой суммарной дальности, что, по-видимому, и является причиной существенного увеличения точности оценки высоты. Для увеличения плотности точек зоны обзора, в которых высота низколетящего воздушного объекта измеряется достаточно точно, следует увеличить количество приемных позиций в два раза.

**Литература**

1. Терсин В.В. Применение разнесенного приема для измерения третьей координаты в поле двухкоординатных радиолокационных станций, Радиотехнические и телекоммуникационные системы, №4, 2012г, стр. 39 - 46.