

## ОДНОБАЗОВЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ КООРДИНАТ НАЗЕМНОГО ИСТОЧНИКА ИЗЛУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

д.т.н., проф. Д.В. Голкин, С.И. Березина

*В работе рассмотрен пример построения измерителя координат наземного источника излучения разностно - дальномерным способом с использованием только двух космических аппаратов.*

В предлагаемом измерителе предполагается реализовать известный [1] способ определения координат наземного источника радиоизлучения, в котором, при использовании только двух перемещающихся пунктов приема, можно обеспечить высокоточные измерения координат наземного источника радиоизлучения независимо от его местонахождения на земной поверхности.

Суть способа состоит в следующем. Два приемника излучения устанавливают на двух КА с известными на каждый момент времени координатами. Сигналы, излученные наземным источником с неизвестными координатами, принимаются приемниками каждого космического аппарата. Принятые сигналы привязывают к меткам единого времени и передают на наземный пункт приема и обработки измерительной информации. Затем, на наземном пункте приема и обработки измерительной информации сигналы сравнивают между собой и измеряют разность дальностей между двумя КА и наземным источником радиоизлучения. По измеренной разности дальности между КА и наземным источником излучения формируют первый разностно-дальномерный пеленг (линию равных разностей дальностей). После перемещения КА в другие пространственные положения формируют второй, третий и последующие разностно - дальномерные пеленги. По точке пересечения разностно - дальномерных пеленгов определяют координаты источника излучения (рис.1).

Рассмотренный способ может быть реализован, например, с помощью устройства, структурная схема которого и его составных элементов приведена на рис. 2 - 4.

Работа устройства состоит в следующем. Сигналы с наземного источника излучения принимают приемниками излучения, расположенными на двух космических аппаратах (рис. 2). Принятые сигналы привязывают к меткам единого времени. Для этого на вторые входы приемников излучения подают метки времени от штатной аппаратуры СЕВ. С выхода приемника излучения принятые от источника излучения сигналы передают через штатную систему связи на наземный пункт приема и обработки информации.

В наземном пункте приема и обработки информации (рис. 3) принятые с космических аппаратов сигналы подают на вход 1 и вход 2 измерителя разности дальностей соответственно. В измерителе разностей дальностей вычисляют разность дальностей от наземного источника излучения до двух КА. Результаты измерения разности дальностей подают на измеритель координат наземного источника излучения (рис. 4).

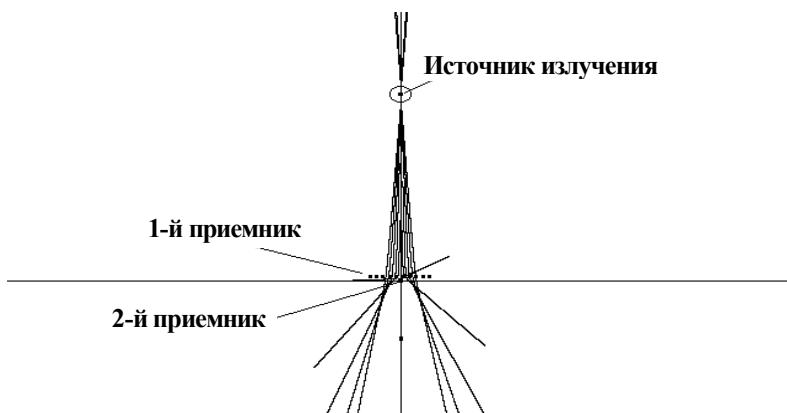


Рис. 1. Определение координат источника излучения

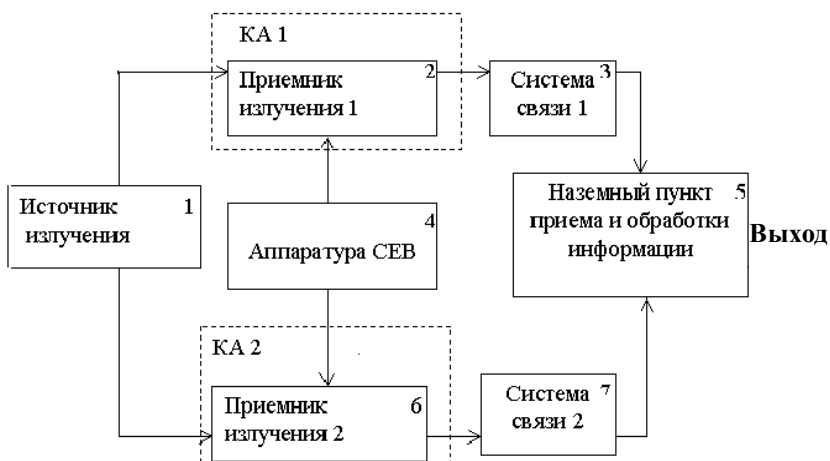


Рис. 2. Прием сигналов с наземного источника излучения

В измерителе координат наземного источника излучения (рис. 4) по из-

меренным разностям дальностей формируют выборку измеренных значений разностей дальностей, которую подают на формирователь суммы квадратов невязок. На второй вход формирователя суммы квадратов невязок подают выборку ожидаемых значений разностей дальностей, сформированных в специальном формирователе. На вход формирователя ожидаемых значений разностей дальностей подают значения координат наземного источника излучения, сформированных в формирователе координат наземного источника излучения. Формирование координат наземного источника излучения осуществляют известным итерационным способом путем варьирования значений координат наземного источника излучения, полученных с формирователя коор-



динат наземного источника излучения 4 (рис. 4). Итерационную процедуру заканчивают, когда обеспечивается минимум суммы квадратов невязок.

Рис. 3. Прием и обработки информации в наземном пункте

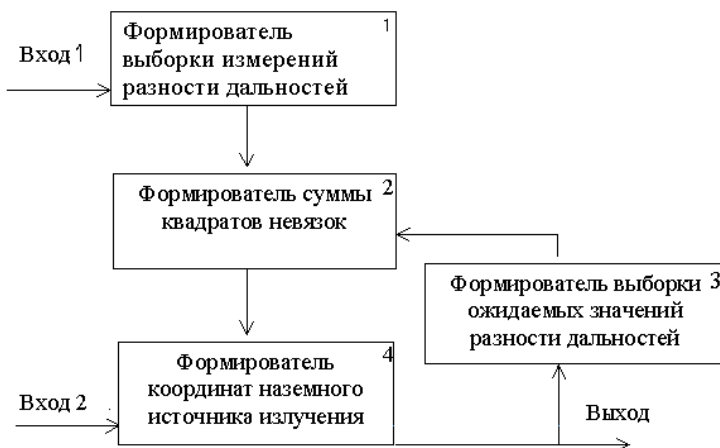


Рис. 4. Измеритель координат наземного источника излучения

Анализ потенциальных точностей определения координат наземного источника излучения проводился по методике, представленной в [2]. Точности

определения координат наземного источника излучения будут зависеть от орбитальных характеристик КА, ширины спектра сигнала и местоположения источника излучения. В качестве примера был рассмотрен случай, когда параметры орбиты двух КА были следующими:

наклонение орбиты - 63,5°;  
период обращения - 608, 697 мин;  
высота в перигее - 600000 м;  
эксцентриситет - 0,707.

Долгота восходящего узла первого КА была равна 90°, а второго КА - 0°.

Объект излучения находится в Евпатории. Наблюдения проводились в течение 2 часов вблизи апогея. Интервал измерений составлял 10 сек. Ошибка первичных измерений разности дальностей задавалась равной 0.36 км<sup>2</sup>. При расчетах учитывались погрешности определения координат КА на орбите. В результате расчетов были получены следующие результаты:

$$K_c = \begin{vmatrix} 0,0000000000 & 57 & -0,0000000000 & 77 \\ -0,0000000000 & 77 & 0,0000000001 & 73 \end{vmatrix}.$$

Строки и столбцы соответствуют первым моментам ошибок измерения угловых координат наземного источника радиоизлучения в следующей последовательности ( $\lambda$ ,  $\varphi$ ).

В линейных ошибках на поверхности Земли указанные ошибки составят 48,47 м по долготе и 83,29 м по широте.

Такие ошибки определения координат источника радиоизлучений с шириной спектра излучения порядка 500 кГц являются приемлемыми. При определении координат объектов с шириной спектра сигналов порядка 10<sup>6</sup> Гц и более линейные ошибки дополнительно снижаются.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Способ определения координат наземного источника радиоизлучения / Голкин Д.В., Деденок В.П., Худов Г.В., Березина С.И., Бутенко О.С. Положительное решение о патенте на способ от. №20001021234 от 20.02.2001 г.*
2. *Березина С.И. Сравнительная оценка потенциальных точностей определения орбит космических аппаратов доплеровским, дальномерным и разностно-дальномерным методами // Системи обробки інформації – Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вип. 3 (13). – С. 30 - 33.*

Поступила 21.01.2002

**ГОЛКИН Дмитрий Васильевич**, доктор техн. наук, профессор, главный научный сотрудник научного центра при ХВУ. Область научных интересов – космические информационные системы.

**БЕРЕЗИНА Светлана Ивановна**, старший научный сотрудник научного центра при ХВУ. Область научных интересов – технические системы определения координат объектов радиоизлучения.