

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА СЕЛЕКЦИИ ЦЕЛЕЙ ПРИ РАБОТЕ МНОГОПОЗИЦИОННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

А. В. ПАРШУТКИН, Д. В. ЛЕВИН, А. И. ЛОСКУТОВ, А. С. ДУНИКОВ  
Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского, 197198, Санкт-Петербург, Россия  
E-mail: dm.sovetnik@yandex.ru

Предложен метод селекции целей при совместной обработке результатов единичных измерений, выполняемых территориально-разнесенными радиолокационными станциями. Показан основной эффект применения метода при работе многопозиционной радиолокационной системы обзора пространства.

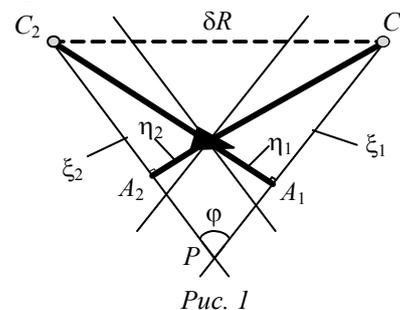
**Ключевые слова:** совместная обработка информации, селекция целей, координаты цели.

**Введение.** В настоящее время для обнаружения и сопровождения целей создаются многопозиционные информационно-измерительные системы. Такие системы состоят из нескольких территориально-разнесенных независимо функционирующих локационных постов, объединенных в сеть, и единого центра обработки информации. В общем случае локационные посты могут быть оптическими, радиолокационными или гидроакустическими. Окончательное решение о параметрах наблюдаемых объектов формируется в центре обработки информации. При этом по каналам передачи информации между каждым локационным постом и центром обработки транслируются данные только о результатах проводимых измерений, а не локационные сигналы, принятые независимо функционирующими средствами [1].

В сложной помеховой обстановке, например при наличии средств ретрансляции сигналов в области обзора многопозиционной информационно-измерительной системы или в ситуациях многократного переотражения сигналов от групповых целей, в центре обработки информации могут формироваться ложные отметки [2, 3]. В настоящей статье предлагается метод селекции наблюдаемых территориально-разнесенными локационными средствами целей по показателю  $\delta R$ , который определяется как декартово расстояние между приведенными к единой системе координат и единому моменту времени результатами измерений координат цели, совместно или последовательно наблюдаемой двумя информационно-измерительными постами (ИИП).

**Аналитическое описание показателя  $\delta R$ .** Пусть в зоне обзора двухпозиционной информационно-измерительной системы обнаружена цель и некоторое количество ложных отметок. Наличие случайных и систематических погрешностей измерений [4], возникающих в каналах дальности ( $\xi_i$ ) и угловых каналах ( $\alpha_i$ )  $i$ -го,  $i = 1, 2$ , локационного средства (линейная погрешность измерения угловых координат  $\eta_i \approx \text{tg } \alpha_i$ ), приводит к несовпадению результатов измерений ( $C_1$  и  $C_2$ ) координат одной и той же цели, наблюдаемой территориально-разнесенными (под углом  $\varphi$ ) ИИП (рис. 1).

В одинаковых условиях наблюдения значение показателя  $\delta R$  для истинной (физически существующей) цели отличается от значения  $\delta R$  для мнимых целей, сформированных за счет переотражения зондирующих сигналов, поскольку в приемное



устройство измерительного средства такой сигнал поступает с некоторой задержкой. Полная ошибка несовпадения результатов измерений координат цели определяется как

$$\sigma_{\delta R}^2 = \sigma_{r_1}^2 + \sigma_{r_2}^2 + \sigma_{\alpha_1}^2 r_1^2 + \sigma_{\alpha_2}^2 r_2^2 + \Delta r_1^2 + \Delta r_2^2 - 2\Delta r_1 \Delta r_2 \cos \varphi,$$

где  $\sigma_{r_i}$  — СКО измерений в канале дальности  $i$ -го поста;  $\sigma_{\alpha_i}$  — СКО измерений в угловом канале  $i$ -го поста;  $r_i$  — расстояние от  $i$ -го поста до цели;  $\Delta r_i$  — систематические погрешности измерений дальности от  $i$ -го поста до цели; приведенное аналитическое выражение сопоставимо с выражением, позволяющим оценить ошибку определения местоположения цели угловым способом [5].

**Селекция целей по показателю  $\delta R$ .** Особый интерес, с точки зрения обзора пространства, представляют многопозиционные радиолокационные системы, состоящие из нескольких территориально-разнесенных независимо функционирующих радиолокационных станций (РЛС). В этом случае для двух РЛС задается допустимое значение показателя  $\delta R$  для истинных целей.

Для выявления целей по показателю  $\delta R$  предложен метод обработки результатов измерений, выполненных на интервалах одновременного или последовательного наблюдения групповых радиолокационных целей. Предлагаемый метод реализуется в несколько этапов.

*1-й этап. Формирование координат обнаруженных целей независимо функционирующими РЛС в режиме реального времени.*

Выбор класса обнаруживаемых целей и синхронизация измерений, выполняемых разными РЛС, осуществляются следующим образом:

— для эталонной траектории движения целей задается закон построения аппроксимированных траекторий, используемый для расчета прогнозируемых координат целей на требуемый момент времени;

— единичные результаты измерений прогнозируемых координат целей формируются на заданный момент времени по заданному критерию „ $m$  из  $n$ “ построения траектории целей каждой РЛС;

— сформированные в разных топоцентрических системах координат (ТСК) РЛС единичные данные измерений пересчитываются в единую систему координат (в общем случае — геоцентрическую) для совместной обработки.

*2-й этап. Оценивание временного интервала радиолокационного наблюдения целей с учетом тактико-технических характеристик территориально-разнесенных РЛС:*

— по поступающим от РЛС в центр обработки информации сообщениям о помеховой обстановке в районе размещения каждой РЛС выполняется проверка условия о совместном наблюдении одних и тех же целей несколькими РЛС;

— при выполнении условия совместного наблюдения одних и тех же целей двумя РЛС каждой из них производится расчет момента времени, для которого будут пересчитаны текущие координаты обнаруженных целей;

— при невыполнении условия совместного наблюдения одних и тех же целей двумя РЛС в центре обработки информации уточняется возможность выполнения данными РЛС последовательного радиолокационного наблюдения, т.е. оценивается временной интервал, когда измерения, выполняемые первой РЛС (в зоне ответственности которой цели наблюдались раньше), являются актуальными для проведения совместного анализа координатной информации, полученной второй РЛС (в зоне ответственности которой те же цели наблюдаются в другой момент времени).

*3-й этап. Уточнение условий радиолокационного наблюдения и расчет адаптивного к изменению помеховой обстановки порога селекции (допустимого значения  $\delta R$ ) истинных целей:*

— каждой РЛС формируются среднее значение отношения мощности полезного сигнала к суммарной мощности помех на выходе приемного устройства РЛС в пределах одного цикла измерений, а также значения угловых координат целей относительно нормали к раскрыву антенны РЛС;

— в центре обработки информации на основе данных об условиях выполнения измерений уточняются оценки СКО измерения дальности и угловых координат, а также рассчитывается текущее значение показателя  $\delta R$ .

*4-й этап. Определение порога селекции целей двумя РЛС:*

— рассчитывается адаптивный порог селекции целей при заданной вероятности их правильного обнаружения по выбранному закону распределения случайной величины  $\delta R$  (по закону Рэлея);

— считывается показатель  $\delta R$  по синхронизированным результатам измерений координат целей, выполненных разными РЛС.

*5-й этап. Принятие решения об истинности цели, наблюдаемой двумя РЛС,* — формируется по условию неперевышения текущего значения  $\delta R$  относительно допустимого.

Представленный метод проиллюстрирован схемой, приведенной на рис. 2.



Рис. 2

Основным эффектом применения метода селекции целей по показателю  $\delta R$  является увеличение дальности обнаружения целей по сравнению с дальностью их обнаружения путем отождествления отметок, формируемых разными РЛС, по критерию „ $m$  из  $n$ “. В зависимости от помеховой обстановки в районе размещения каждой РЛС увеличение дальности обнаружения целей составляет, согласно расчетам, порядка 30—36 %.

Для реализации предложенного метода селекции целей по показателю  $\delta R$  необходимо произвести совместную обработку результатов измерений координат цели, наблюдаемой несколькими территориально-разнесенными РЛС в зонах их совместной ответственности или на интервалах последовательного наблюдения.

**Заключение.** Предложен метод селекции целей, реализация которого при работе многопозиционных информационно-измерительных систем позволяет увеличить дальность обнаружения истинных целей. Результативность применения метода селекции целей зависит от тактико-технических характеристик каждого локационного средства, их взаимного расположения и условий, в которых выполняются измерения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

8. Кондратьев В. С., Котов Л. Н., Марков Л. Н. Многопозиционные радиотехнические системы / Под ред. В. В. Цветнова. М.: Радио и связь, 1986. 264 с.
9. Фатеев В. Ф., Париуткин А. В., Вознюк В. В., Святкин С. А., Зайцев С. А. Принципы построения системы ретрансляции сигналов радиолокационных станций на базе низкоорбитальных сверхмалых космических аппаратов // Изв. вузов. Приборостроение. 2007. Т. 50, № 6. С. 35—39.
10. Перунов Ю. М., Фомичев К. И., Юдин Л. М. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием / Под ред. Ю. М. Перунова. М.: Радиотехника, 2003. 416 с.
11. Теоретические основы радиолокации: Учеб. пособие / А. А. Коростелев, Н. Ф. Клюев, Ю. А. Мельник; Под ред. В. Е. Дулевича. М.: Сов. радио, 1978. 608 с.
12. Сосулин Ю. Г. Теоретические основы радиолокации и радионавигации: Учеб. пособие. М.: Радио и связь, 1992. 304 с.

**Сведения об авторах**

- Андрей Викторович Париуткин** — д-р техн. наук, доцент; ВКА им. А. Ф. Можайского, кафедра комплексов и средств информационной безопасности;  
E-mail: andydc2010@yandex.ru
- Дмитрий Викторович Левин** — канд. техн. наук; ВКА им. А. Ф. Можайского, кафедра комплексов и средств информационной безопасности;  
E-mail: dm.sovetnik@yandex.ru
- Андрей Иванович Лоскутов** — д-р техн. наук; ВКА им. А. Ф. Можайского, кафедра телеметрических систем и комплексов обработки информации;  
E-mail: rujens@mail.ru
- Артем Сергеевич Дуников** — адъюнкт; ВКА им. А. Ф. Можайского, кафедра телеметрических систем и комплексов обработки информации;  
E-mail: artem.sever1@yandex.ru

Рекомендована кафедрой  
комплексов и средств  
информационной безопасности

Поступила в редакцию  
17.02.15 г.

**Ссылка для цитирования:** Париуткин А. В., Левин Д. В., Лоскутов А. И., Дуников А. С. Использование метода селекции целей при работе многопозиционных информационно-измерительных систем // Изв. вузов. Приборостроение. 2015. Т. 58, № 7. С. 515—519.

**APPLICATION OF A TARGET SELECTION METHOD  
IN OPERATION OF MULTIPOSITION INFORMATION AND MEASURING SYSTEM**

**A. V. Parshutkin, D. V. Levin, A. I. Loskutov, A. S. Dunikov**

*A. F. Mozhaisky Military Space Academy, 197198, Saint Petersburg, Russia  
E-mail: dm.sovetnik@yandex.ru*

A method is proposed for target selection when combined processing of single measurements by territorially-separated radar stations is performed. The fundamental effect of the method applied to space survey by multiposition radar station is demonstrated.

**Keywords:** combined processing of measurement data, radar target selection, target coordinates.

**Data on authors**

**Andrey V. Parshutkin** — Dr. Sci., Associate Professor, A. F. Mozhaisky Military Space Academy, Department of Complexes and Means of Information Security;  
E-mail: andydc2010@yandex.ru

- |                           |   |                                                                                                                                                                      |
|---------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Dmitry V. Levin</b>    | — | PhD; A. F. Mozhaisky Military Space Academy, Department of Complexes and Means of Information Security;<br>E-mail: dm.sovetnik@yandex.ru                             |
| <b>Andrey I. Loskutov</b> | — | Dr. Sci.; A. F. Mozhaisky Military Space Academy, Department of Telemetric Systems and Information Processing Complexes;<br>E-mail: rujens@mail.ru                   |
| <b>Artem S. Dunikov</b>   | — | Post-Graduate Student; A. F. Mozhaisky Military Space Academy, Department of Telemetric Systems and Information Processing Complexes; E-mail: artem.sever1@yandex.ru |

**Reference for citation:** *Parshutkin A. V., Levin D. V., Loskutov A. I., Dunikov A. S.* Application of a target selection method in operation of multiposition information and measuring system // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy. Priborostroenie*. 2015. Vol. 58, N 7. P. 515—519 (in Russian).

DOI: 10.17586/0021-3454-2015-58-7-515-519