

Секторы наблюдения постам назначаются с таким расчетом, чтобы обеспечивалось их взаимное перекрытие в пределах 20–30°. Смену наблюдателей в воинском эшелоне производят на остановках поезда.

Таким образом, защита воинских эшелонов от ударов воздушного противника остается актуальной. В современных условиях их противовоздушную оборону целесообразно организовывать зенитными отделениями, вооруженными ЗУ-23-2 и ПЗРК «Игла».

Список литературы

1 Швабедиссер, В. Сталинские соколы: Анализ действий советской авиации 1941–1945 гг. / В. Швабедиссер ; пер. с англ. – Минск : Харвест, 2004

УДК 621.396.96

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ОШИБКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЛИЧЕСТВА НАБЛЮДЕНИЙ ДВУМЯ РЛС

С. А. ЮРАС, Я. И. НЕВЕРОВИЧ

Военная академия Республики Беларусь, г. Минск

В АСУ войск ПВО подсистема радиолокационного обеспечения имеет иерархическую структуру, в которой обработка радиолокационной информации (РЛИ) от первичных источников осуществляется последовательно от объектов нижестоящего уровня к вышестоящему [1]. В комплексах средств автоматизации (КСА) различного уровня производятся этапы первичной, вторичной и третичной обработки РЛИ, а также осуществляется обмен РЛИ между КСА. При этом случайные ошибки измерения координат целей радиолокационной станцией (РЛС), в достаточной степени устраняются алгоритмами вторичной и третичной обработки информации. Однако наличие систематических ошибок в измерении координат может привести к значительному снижению качества РЛИ.

Пусть имеются две РЛС, подключенных к КСА, где осуществляется третичная обработка РЛИ. В большинстве случаев информация от радиолокационных станций начинает поступать одновременно. К моменту поступления информации от второй РЛС по информации первой РЛС решаются боевые задачи средствами ПВО и есть возможность считать первую РЛС как источник, не имеющий систематических ошибок измерения координат целей. При подключении к КСА второй РЛС возникает проблема возможности наличия систематических ошибок в измерении координат целей, что приведет к ошибкам оценки координат и количества целей по результатам третичной обработки.

В литературе [1, 2] имеется достаточное количество исследований по обнаружению и оценке значений систематических ошибок РЛС. Однако в одних из них процесс обнаружения факта наличия систематических ошибок

требует большого количества данных, что приводит к недопустимо большому времени определения этого факта, в других факт наличия систематических ошибок считается определенным и проводятся исследования по оценке такого рода ошибок РЛС. Также не рассматривается вопрос возможного эпизодического наблюдения целей отдельными РЛС и наличия ложных отметок.

При объединении информации от двух РЛС на уровне траекторий или на уровне траекторий от первой РЛС и координат полученных отметок от второй РЛС из-за наличия случайных (а возможно и систематических) ошибок всегда будут расхождения в значениях координатных параметров. Принимая это расхождение некоторой случайной величиной, предлагается с помощью теории математической статистики рассмотреть возможность обнаружения факта наличия систематической ошибки, в том числе при малой выборке этой случайной величины.

Считается, что случайные ошибки измерения параметров траекторий (и координат отметок второй РЛС) подчиняются нормальному закону с известной дисперсией и ненулевым математическим ожиданием (при наличии систематической ошибки). Определенной проблемой является тот факт, что третичная обработка в КСА проводится, как правило, в прямоугольной системе координат, а систематические ошибки чаще всего возникают в сферических координатах. Поэтому выборки случайных величин расхождения координат целей, объединенных от двух РЛС, необходимо получить в сферических координатах.

Таким образом, можно рассматривать процесс обнаружения систематической ошибки как проверку гипотезы о равенстве определенному ненулевому числу математического ожидания нормального распределения случайной величины с известной дисперсией [3].

В среде MathCad разработана программа, которая включает в себя моделирование процесса измерения координат целей двумя РЛС со случайными ошибками, распределенными по нормальному закону, и вводом систематической ошибки по азимуту по второй РЛС, а также моделирование процесса принятия решения о наличии систематической ошибки на основе расчётов стандартизированного выборочного среднего и сравнения его значения с соответствующим численным интервалом.

В процессе экспериментов изменялось количество целей, обнаруженных двумя РЛС, и значения систематических ошибок второй РЛС. Значение среднеквадратических отклонений случайных ошибок измерения азимута для обеих станций принято одной условной единицей. Количество целей изменялось от 2 до 10, а значения систематических ошибок от 0 до 4 с шагом 0,2. Проводились серии по $R = 10000$ экспериментов с каждым значением количества целей и систематических ошибок.

По результатам экспериментов определялось количество принятых решений о наличии систематических ошибок и на этой основе рассчитывались вероятности принятия решений о наличии систематической ошибки для разного количества целей (VER2, ..., VER10). На рисунке 1 представлен график зависимости этих величин от значения систематической ошибки CO.

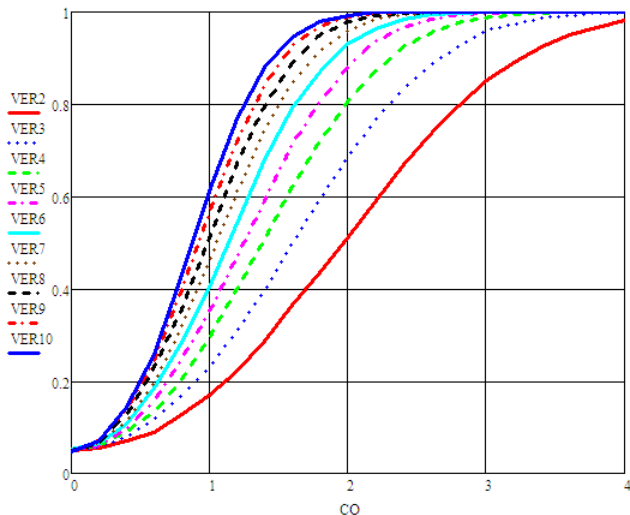


Рисунок 1 – Зависимость вероятности принятия решения о наличии систематической ошибки от значения систематической ошибки для разного количества целей

Для любого числа целей при отсутствии систематической ошибки ($CO = 0$) вероятность принятия решения о наличии систематической ошибки составляет 0,05. С увеличением количества целей и значения систематической ошибки происходит увеличение вероятности принятия решения о наличии систематической ошибки. При значении систематической ошибки более 1,5 и количестве целей более 5 имеется возможность утверждать о приемлемой вероятности обнаружения систематической ошибки.

Список литературы

- 1 Коновалов, А. А. Основы тракторной обработки радиолокационной информации / А. А. Коновалов. – СПб. : СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. – 129 с.
- 2 Жданюк, Б. Ф. Основы статистической обработки тракторных измерений / Б. Ф. Жданюк. – М. : Сов. радио, 1978. – 384 с.
- 3 Мятлев, В. Д. Основы математической статистики / В. Д. Мятлев, Л. А. Панченко, А. Т. Терехин. – М. : МАКС Пресс, 2002. – 38 с.