

УДК 621.396.967.2

Д.А. Гриб¹, В.П. Голованов¹, А.Н. Артеменко²¹Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба²Командование Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины, Винница

КАНАЛ ИНДИКАЦИИ РАДИОСИСТЕМ БЛИЖНЕЙ НАВИГАЦИИ КАК ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ О ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ

Приводятся результаты оценки помехоустойчивости канала индикации радиосистем ближней навигации.

канал индикации, радиосистема ближней навигации, система опознавания

Введение

Постановка задачи и анализ литературы.

Решения задач, которые стоят перед Воздушными Силами (ВС) в значительной мере определяются информационным обеспечением, которое базируется на системах первичной и вторичной радиолокации. Системы вторичной радиолокации, к которым относится система радиолокационного опознавания (РЛО) предназначены, в том числе, и для опознавания государственной принадлежности обнаруженной цели. Система РЛО должна решать задачу прямого опознавания как в интересах определения степени опасности обнаруженной цели, так и при непосредственном использовании средств поражения.

Принцип построения существующих систем РЛО предопределил возможность несанкционированного использования самолетного ответчика противником, как для дальнего обнаружения летательных аппаратов, так и для подавления в системном плане путем постановки преднамеренных коррелированных помех требуемой интенсивности. Это предопределило низкую помехоустойчивость существующих систем РЛО [1, 2].

Это позволяет утверждать, что решение задачи опознавания обнаруженных объектов должно опираться на совокупность информационных источников, информация которых позволяет прямым или косвенным путем однозначно определить госпринадлежность цели.

Создание единой информационной сети систем наблюдения ВС позволяет включить в процесс опознавания государственной принадлежности обнаруженных объектов информационные средства ВВС, которые прямым методом позволяют однозначно определить госпринадлежность обнаруженного объекта.

Постановка задачи. Рассмотрим возможности использования канала индикации радиосистем ближней навигации (РСБН) в качестве источника информации о государственной принадлежности

обнаруженных объектов. Наличие канала индикации в РСБН позволяет рассматривать эти системы как информационные в единой информационной сети систем наблюдения ВС, позволяющие существенным образом нарастить радиолокационное поле при работе со «своими» летательными аппаратами.

РСБН [3] находят широкое применение в системах управления воздушного движения военного назначения. Канал индикации, как и канал дальности, реализован на принципе запросных радиотехнических систем. По принципу построения данные каналы РСБН относятся к одноканальным системам массового обслуживания с отказами [1]. По принципу обслуживания запросов к одноканальным системам обслуживающим отдельные заявки [1]. Оценка помехоустойчивости канала дальности изложена в [4]. Приведенные расчеты показали существенную зависимость помехоустойчивости канала дальности от преднамеренных имитирующих помех. Проведем оценку вероятности получения координатной информации по каналу индикации РСБН, которая однозначно определяет госпринадлежность этого воздушного объекта.

Цель работы – оценка помехоустойчивости канала индикации систем ближней навигации.

Основная часть

Известно [3], что канал индикации РСБН является информационным средством системы наблюдения ВВС и предназначен для определения, как на радиомаяке, так и на контрольно-диспетчерском пункте координат ЛА, работающих с данным радиомаяком. Оценим помехоустойчивость канала индикации РСБН, как информационного источника единой информационной сети систем наблюдения ВС.

Будем считать, что неблагоприятных ситуаций, возникающих при формировании и излучении сигналов запроса и ответа индикации на радиомаяке и ответчике нет, или они преодолены схемотехническим построением этих элементов. В этой ситуации

оценка помехоустойчивости канала индикации РСБН сводится к расчету вероятности получения ответного сигнала на запросный сигнал рассматриваемого радиомаяка. Будем считать, что на данный ответчик канала индикации РСБН воздействует поток сигналов «Запрос индикации» рассматриваемого радиомаяка, поток преднамеренных имитирующих сигналов «Запрос индикации» противной стороны и поток ХИП.

При поступлении на вход ответчика канала индикации РСБН потоков указанных сигналов будут наблюдаться следующие ситуации, приводящие к исключению ответного сигнала на рассматриваемый запросный сигнал:

подавление сигнала «Запрос индикации» из-за воздействия ХИП и неблагоприятных фазовых соотношениях;

подавление ответного сигнала из-за образования из ХИП опережающих ложных запросных сигналов (ложная тревога первого рода), вызывающих излучение ответного сигнала;

подавление ответного сигнала из-за образования из ХИП и сигнала «Запрос индикации» опережающих ложных запросных сигналов (ложная тревога второго рода), вызывающих излучение ответного сигнала;

подавление сигнала «Ответ индикации» из-за опережающих имитируемых сигналов «Запрос индикации», вызывающих излучение сигнала «Ответ индикации».

Произведем определение вероятности этих событий в предположении, что преднамеренный имитирующий поток сигналов «Запрос индикации» и ХИП действует на сигнал «Запрос индикации» данного радиомаяка независимо друг от друга и что число источников, формирующих общий поток рассматриваемых сигналов, достаточно для характеристики потока как пуассоновского.

Пусть на вход ответчика канала индикации РСБН поступает ХИП интенсивностью λ_0 , поток имитирующих сигналов «Запрос индикации», вызывающий излучение сигналов «Ответ индикации», интенсивностью λ_1 . При этом предположим, что длительность импульсов сигнала «Запрос индикации» и ХИП одинакова и равна длительности импульсов полезного сигнала τ_0 .

Совместное действие ХИП и потока сигналов «Запрос индикации» приводит к высокочастотному подавлению отдельных импульсов ХИП и сигналов «Запрос индикации» при неблагоприятных фазовых соотношениях. В результате этого исключается формирование сигнала «Ответ индикации».

Вероятность того, что хотя бы один импульс ХИП совпадет по времени с импульсом потока сигналов «Запрос индикации» и подавит его, может быть определена из следующего соотношения:

$$P_n = \gamma[1 - \exp(-\lambda_0 \tau_0)],$$

где γ – вероятность интерференциального подавления импульса принимаемого сигнала при его совпадении во времени с импульсом помехи. С учетом значности запросного сигнала вероятность исключения ответного сигнала в результате подавления отдельных импульсов сигнала «Запрос индикации» может быть определена как

$$P_1 = 1 - (1 - P_n)^n.$$

Вероятность того, что хотя бы один сигнал «Запрос индикации», образованный из ХИП, попадет в опережающий интервал и подавит сигнал «Запрос индикации» данного радиомаяка определяется как

$$P_2 = 1 - \exp(-\lambda_n t_1),$$

где λ_n – среднее число ложных ЗС, образовавшихся из ХИП и вызывающих излучение сигнала «Ответ индикации»; t_1 – длительность временного stroba формирования сигнала «Ответ индикации».

Среднее число ложных n -импульсных кодов, приводящих к излучению сигналов «Ответ индикации» можно определить как

$$\lambda_n = n\tau_0^n \lambda_0^{n-1} (1 - \tau_c / \tau_0),$$

где τ_c – заданная величина селекции импульсов по длительности.

Вероятность подавления сигнала «Ответ индикации» данного радиомаяка из-за образования из ХИП и сигнала «Запрос индикации» опережающих ложных сигналов «Запрос индикации» (ложная тревога второго рода) может быть определена из следующего соотношения

$$P_3 = (1 - \exp(-\lambda_0 \tau_0))^{n-1}.$$

Вероятность подавления сигнала «Ответ индикации» данного радиомаяка из-за опережающего действия имитируемого сигнала «Запрос индикации» может быть определена как

$$P_4 = 1 - \exp(-\lambda_1 t_1).$$

Таким образом, вероятность излучения сигнала «Ответ индикации» на сигнал «Запрос индикации» рассматриваемого радиомаяка будет составлять

$$P_0 = \prod_{i=1}^4 (1 - P_i).$$

Как следует из приведенных соотношений, помехоустойчивость канала индикации РСБН в существенной степени определяется длительностью временного stroba формирования сигнала «Ответ индикации». Расчеты помехоустойчивости канала индикации РСБН, при длительности временного stroba формирования сигнала «Ответ индикации» равном времени воздействия азимутального сигнала на ответчик, приведены на рис. 1.

При этом интенсивность потока ХИП были равны соответственно $\lambda_0 = 0, 50000, 100000$. Как следует из приведенных зависимостей, при увели-

чении интенсивности потока преднамеренных имитирующих сигналов «Запрос индикации» помехоустойчивость канала индикации существенно снижается. Действительно, как следует из рис. 1, при интенсивности преднамеренных имитирующих сигналов «Ответ индикации» равном 2000, вероятность получения координатной информации составляет всего 0,02. Существенного повышения помехоустойчивости канала индикации РСБН можно добиться путем временного стробирования возможного поступления сигналов «Запрос индикации». Действительно, на борту ЛА этот временной строб всегда вырабатывается, что позволяет его использовать для стробирования момента поступления сигналов «Ответ дальности» радиомаяков. Результаты расчета помехоустойчивости канала индикации РСБН, в этом случае, представлены на рис. 2.

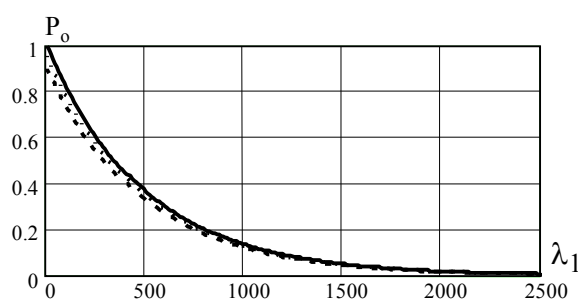


Рис. 1. Коэффициент готовности СО РСБН

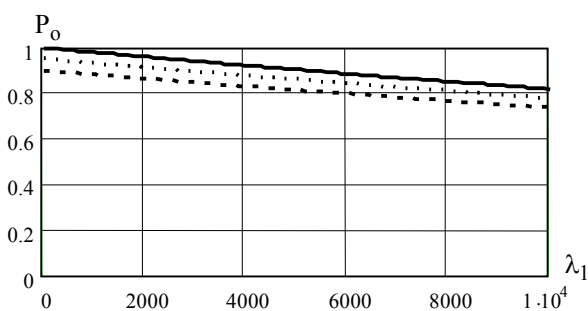


Рис. 2. КГ модернизированного СО РСБН

Представленные на рис.2 расчеты указывают на высокую вероятность получения информации по каналу индикации РСБН при действии значительных потоков преднамеренной имитирующей помехи противной стороны. Действительно, для подавления канала индикации РСБН необходимо не только попасть преднамеренной имитирующей помехой в строб дальности, но и в момент наблюдения сигнала азимутального канала приемником ответчика. Это существенным образом снижает эффективность воздействия преднамеренной имитирующей помехи на рассматриваемый источник информации. Действительно, как следует из рис.2, при действии преднамеренной имитирующей помехи с интенсивностью равной 10000 вероятность ответа составляет 0,8. Следует отметить ту особенность этого ответчика, что он не имеет ограничения по нагрузке, так

как число ответов его равно числу источников запросов этой информации, т.е. числу радиомаяков РСБН. Однако, как правило, основным режимом работы системы навигации ЛА является работа с одним радиомаяком.

Вычисление координат ЛА в данном информационном средстве основано на получении ответного сигнала. Оценка координат ЛА осуществляется путем пересчета оцененных параметров принятого ответного сигнала.

Следовательно, для рассматриваемого информационного средства вероятность получения ответного сигнала является и вероятностью получения координатной информации. При этом важно отметить то обстоятельство что координатная информация, полученная по каналу индикации РСБН, несет информацию и о государственной принадлежности данного летательного аппарата. Этим подчеркивается ценность информации, полученной по каналу индикации РСБН, в единой информационной сети систем наблюдения ВС.

Выводы

Расчеты помехоустойчивости КИ существующих РСБН показал:

- существенную зависимость вероятности получения координатной информации на радиомаяке при наличии имитирующей помехи;
- временное стробирование момента излучения сигнала «Ответ индикации» в бортовом оборудовании временным стробом сопровождения по дальности существенным образом повышает вероятность получения координатной информации по каналу индикации.

Дальнейшие работы в направлении использования канала индикации РСБН, как информационного средства единой информационной сети систем наблюдения ВС должны быть направлены на повышение точности передаваемой координатной информации.

Список литературы

1. Обод И.И. Помехоустойчивые системы вторичной радиолокации. – М.: ЦИИТ, 1998. – 118 с.
2. Теоретичні основи побудови завадозахищених систем інформаційного моніторингу повітряного простору / В.В. Ткачев, Ю.Г. Даник, С.А. Жуков, І.І. Обод, І.О. Романенко. – К.: МОУ, 2004. – 271 с.
3. Винник А.Т., Обод И.И., Полюга В.П. Оценка помехоустойчивости дальномерного канала систем ближней навигации. // Технологические системы. – 2001. – № 2. – С. 80-82.
4. Давыдов П.С., Жаворонков В.П., Кащеев Г.В. Радиолокационные системы летательных аппаратов. – М.: Транспорт, 1977. – 345 с.

Поступила в редколлегию 9.04.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. И.И. Обод, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков.