

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПОЗНАВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ ЦЕЛЕЙ В СИНХРОННЫХ СЕТЯХ СИСТЕМ ПЕРВИЧНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ

к.т.н. И.И. Обод, О.В. Гаврентюк, А.Н. Курбет, И.Ю. Третьяк

Приведена классификация методов опознавания воздушных целей в синхронных информационных сетях систем первичной радиолокации без демаскировки приемных пунктов разнесенных систем

Введение. Последние военные конфликты показали, что радиолокатор, в его традиционном построении, превратился из информационного средства в средство опасности. Действительно, создание высокоточного оружия и оценка местоположения излучающих объектов (радиолокаторов) средствами радиоразведки вне зоны видимости радиолокатора не оставляют шансов защиты последнего от огневого воздействия. Одним из эффективных способов снижения уязвимости РЛС к огневому воздействию является переход от однопозиционного к многопозиционному (МП), в частности к сетевому [1], построению последних, а также использования излучения нерадиолокационных средств, в частности теле- и навигационных систем. Практическая реализация по созданию МП РЛС была сдержана отсутствием средств организации высокоточного координатно-временного обеспечения, что в настоящее время преодолено. Появление высокоточных систем единого координатно-временного обеспечения позволяет рассматривать рассредоточенные РЛС, как единую синхронную информационную сеть (СИС), у которой есть возможность управления как моментом и местом излучения зондирующего сигнала, так и согласованного приема эхо-сигналов всеми приемными пунктами, входящими в СИС.

Однако, для составления формуляра цели, необходимо решить классификационную задачу опознавания государственной принадлежности обнаруженной цели. Эта задача, в настоящее время, решается с помощью систем радиолокационного опознавания (РЛО). Однако построение существующих систем РЛО по принципу открытых систем массового обслуживания (СМО) с отказами, реализации принципа обслуживания первого, правильно принятого, запроса не позволяет отнести последние к помехоустойчивым системам. Такое построение систем

РЛО позволяет утверждать, что противная сторона получает от таких систем значительно больше информации по сравнению со стороной, эксплуатирующей ее [2]. Существующая система РЛО не имеет возможности работы в разнесенном режиме. Эта особенность не позволяет решить задачу опознавания без размещения на приемных пунктах (неизлучающих) СИС систем РЛО, т.е. излучающих объектом, что приводит к демаскированию приемных пунктов СИС.

Цель работы – поиск и анализ путей и методов решения задачи опознавания воздушных целей в СИС без демаскирования приемных пунктов.

Основная часть. Классификация некоторых возможных методов решения задачи опознавания воздушных целей в синхронных информационных сетях без демаскирования приемных пунктов СИС представлена на рис. 1. Как следует из представленной классификации, основные пути решения указанной задачи могут базироваться на использовании несинхронной (существующей) сети систем РЛО или на синхронной сети систем РЛО.

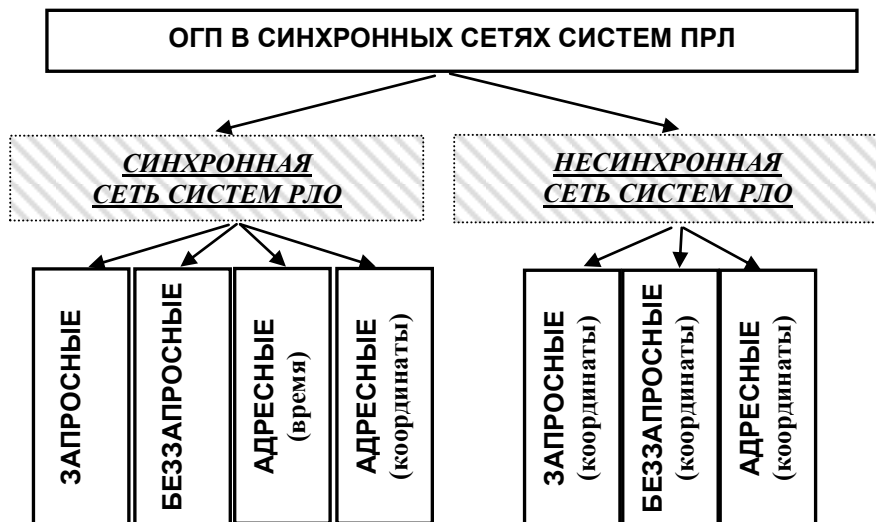


Рис. 1. Классификация методов опознавания воздушных целей в синхронных информационных сетях

Проведем сравнительный анализ методов решения задачи опознавания в СИС. Так как система РЛО должна работать в разнесенном режиме, то в запросный и (или) ответный сигнал должна закладываться информация о координатах объекта который запрашивается или который отвечает. Как следует из рис. 1, указанная задача в синхронной и несинхронной сети систем РЛО может быть решена при использовании запросных, беззапросных и адресных методов. Синхронная сеть систем РЛО позволяет в

качестве информации использовать время, которое едино для указанной сети. Это позволяет расширить возможности построения систем РЛО с исключенной возможностью демаскирования приемных пунктов ПРЛ. Запросные системы РЛО в синхронных и несинхронных сетях базируются на том, что в запросный канал остается аналогичный существующей системе РЛО, а в ответный сигнал закладывается координатная информация. Отличие состоит в том, что в синхронной сети можно использовать время, для кодирования координат излучаемого объекта. Однако, так как основным звеном, снижающим помехоустойчивость систем РЛО, есть самолетный ответчик [2], то этот метод характеризуется крайне низкой помехоустойчивостью. В беззапросных системах РЛО канала запроса нет, что существенным образом повышает помехоустойчивость всей системы РЛО. При такой реализации систем РЛО в ответный сигнал закладывается координатная информация излучающего объекта, в качестве которой для синхронной сети можно также использовать время. Адресные системы РЛО базируются на том, что в запросный сигнал закладывается координатная информация запрашиваемых объектов, полученных от систем первичной радиолокации в единой координатной сети указанных систем, а в ответный сигнал – координатная информация отвечающих объектов.

По принципу построения указанные системы относятся:

- запросные – к системам массового обслуживания (СМО) с отказами;
- адресные – к СМО с ожиданием;
- беззапросные – к закрытым СМО.

Таким образом, второй и третий метод, позволивший изменить принцип построения систем РЛО, существенным образом позволяют повысить помехоустойчивость последних. Реализация этих методов на базе синхронной сети систем РЛО позволяет снизить временную базу ответных сигналов, чем повысить не только помехоустойчивость таких систем, но и помехозащищенность. Проведем сравнительную характеристику помехоустойчивости адресных систем РЛО, реализованных на принципах синхронной и несинхронных сетей. В синхронной сети в качестве координатной информации будем рассматривать время. В подобных методах ответчик обслуживает только адресованные ему запросные сигналы и, следовательно, неблагоприятными моментами, снижающим помехоустойчивость такой системы РЛО, являются:

- интерференциальное подавление ЗС преднамеренной некоррелированной помехой (ПНП);
- попадание запросного сигнала в зону времени парализации ответчика, обслуживанием предшествующего запросчика.

Однако следует отметить, что вторая вероятность, хотя и является незначительной, так как реализация адресных систем позволяет суще-

ственным образом снизить поток запросных сигналов (ПЗС), также влияет на вероятность опознавания обнаруженных объектов. В связи с этим, произведем определение этих вероятностей в предположении, что ПНП действует на запросные сигналы рассматриваемого РЛО независимо. Пусть на вход ответчика системы РЛО поступают ПНП интенсивностью λ_0 и ПЗС, интенсивностью λ_1 . При этом предположим, что длительность импульсов потоков ПНП и ПЗС одинакова и равна длительности импульса полезного сигнала τ_0 .

Вероятность того, что хотя бы один импульс ПНП совпадет по времени с импульсом ПЗС и подавит его, равна $P_p = \gamma(1 - \exp(-\lambda_0 \tau_0))$. С учетом n -импульсного запросного сигнала вероятность неискаженного приема запросного кода для синхронной сети составит $P_{cc} = (1 - P_p)^n$. Для несинхронной сети вероятность неискаженного приема запросного кода составит $P_{nc} = (1 - P_p)^{Mn}$, где M – число разрядов информационного сообщения о координатах. Указанные вероятности для канала запроса полностью соответствуют и для канала ответа, при действии в этом канале ПНП.

Вероятность того, что хотя бы один запросный сигнал попадет в опережающий интервал и подавит запрос рассматриваемой системы РЛО за счет наложения импульсов ПЗС, определяется как $P_1 = 1 - \exp(-\lambda_1 \cdot t_1)$, где t_1 – время парализации самолетного ответчика при обслуживании запросного сигнала.

Вероятность обслуживания сигнала запроса адресной системой синхронной и несинхронной сети РЛО определяются соответственно как

$$P_{occ} = 1 - (1 - P_{cc})(1 - P_1); \quad P_{onc} = 1 - (1 - P_{nc})(1 - P_1).$$

Вероятность выделения координатной отметки на приемном пункте рассматриваемой системы РЛО определяется как $P_c = \sum_{i=k}^m C_m^i P_0^i (1 - P_0)^{m-i}$, где k – порог обнаружения, m – число импульсов пачки наблюдения ответных сигналов.

Результаты расчета по приведенным выражениям для $k = m = 4$ и $\lambda_1 = 400$ представлены на рис. 2.

Как следует из рис. 2, системы РЛО, реализующие адресный запрос на синхронной сети характеризуется достаточно приемлемой вероятностью опознавания обнаруженных объектов.

Сравнительный анализ вероятности опознавания адресными системами РЛО, реализованными на синхронной и несинхронной сети систем РЛО показывает значительные преимущества систем РЛО, реализованных

на синхронном принципе. Так, при $\lambda_0 = 5000$ вероятность опознавания этими системами выше в 1,6 раза сравнению с адресными системами РЛО, реализованными на базе несинхронной сети.

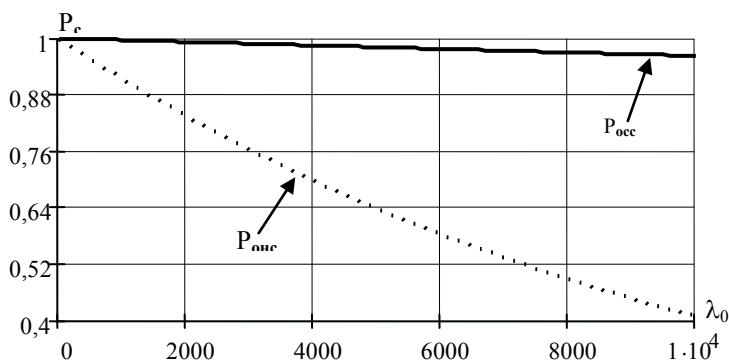


Рис. 2. Результаты расчета P_c

Выводы. Приведенные исследования показали, что:

- пути перехода к системам РЛО, не демаскирующим приемные пункты СИС, базируются на синхронных и несинхронных сетях систем РЛО;
- основными методами реализации систем РЛО, не демаскирующих приемные пункты СИС, являются запросные, беззапросные и адресные;
- реализация адресных систем РЛО на базе синхронной сети имеет преимущества по сравнению с реализацией систем РЛО на базе несинхронной сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. *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.: 2004. – 271 с.*
2. *Обод И.И. Помехоустойчивые системы вторичной радиолокации. – М.: ЦИИТ, 1998. – 118 с.*

Поступила 26.10.2004

ОБОД Иван Иванович, канд. техн. наук, с.н.с., проф. кафедры ХУ ВС. В 1978 году окончил Киевское высшее инженерное радиотехническое училище ПВО. Область научных интересов – информационные сети систем первичной и вторичной радиолокации.

ГАВРЕНТЮК Олег Васильевич, преподаватель ХУ ВС. В 1995 году окончил Харьковский военный университет. Область научных интересов – синхронные сети систем первичной радиолокации с телевизионным подсветом.

КУРБЕТ Андрей Николаевич, начальник отделения лаборатории кафедры ХУ ВС. В 1997 году окончил Харьковский военный университет. Область научных интересов – обработка сигналов в синхронных сетях систем первичной радиолокации.

ТРЕТЬЯК Игорь Юрьевич, начальник расчета. В 2001 году окончил Харьковский

военный университет. Область научных интересов – помехоустойчивость систем вторичной радиолокации.