

## МЕТОД СИНТЕЗА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ СОПРОВОЖДЕНИЕМ ТРАЕКТОРИЙ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ В ТРИАНГУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ПАССИВНОЙ ЛОКАЦИИ

к.т.н. В.М. Грачёв, к.т.н. А.В. Довбня, С.Н. Анастасенко  
(представил д.т.н. Г.В. Певцов)

*В статье предлагается метод совместного синтеза алгоритмов траекторной обработки информации о воздушной обстановке и управления сопровождением воздушных объектов в системах пассивной локации триангуляционного типа для условий пространственно-временной эпизодической и множественной наблюдаемости воздушных объектов по излучениям их бортовых РЭС.*

**Постановка проблемы.** Способы боевого применения средств воздушного нападения постоянно совершенствуются. Воздушный противник вынужден в интересах противодействия комплексам пассивной локации существенно уменьшать время непрерывного функционирования бортовых РЭС, изменять режимы их работы, применять сложные сигналы с быстрой перестройкой рабочей частоты. Таким образом, средства и комплексы пассивной локации будут функционировать в условиях пространственно-временной эпизодической наблюдаемости воздушных целей по излучениям одной или нескольких РЭС на их борту. Использование известных методов и алгоритмов траекторной обработки информации в системе пассивной локации не позволяет в этих условиях эффективно решать задачи обнаружения – сопровождения траекторий воздушных объектов с требуемыми показателями полноты, достоверности, оперативности и точности. Это определяет актуальность совершенствования известных методов синтеза алгоритмов обнаружения – сопровождения траекторий и управления сопровождением воздушных объектов в системах пассивной локации.

**Анализ литературы:** В литературе рассмотрены и решены следующие задачи траекторной обработки информации в многопозиционных системах пассивной локации: формирования информационных моделей воздушной обстановки [1]; разработки методики синтеза алгоритмов совместного обнаружения – сопровождения траекторий и распознавания воздушных объектов в комплексах и системах пассивной локации [2]; объединения радиолокационной информации в многопозиционных пассивных комплексах в условиях неопределенности наблюдения [3]; разработки методики объединения разнородной информации в сложных ин-

формационных системах [4]. Таким образом, в литературе недостаточно рассмотрен вопрос управления сопровождением воздушных объектов в системах пассивной локации.

**Цель статьи.** Описание метода синтеза алгоритмов управления сопровождением воздушных объектов в триангуляционной системе пассивной локации.

**Основной раздел.** Неопределенность процесса наблюдения воздушных объектов по излучениям их бортовых БРЭС определяется следующими факторами. Каждый тип БРЭС при решении конкретной функциональной задачи производит обзор определенной области пространства (зоны, сектора), при этом в зоне (секторе) излучения может находиться один, два или более пеленгаторов одновременно или не находиться ни одного пеленгатора. Таким образом, наблюдаемость воздушных объектов в системе пассивной локации характеризуется не только эпизодичностью во времени для каждого отдельного пеленгатора, но и пространственной эпизодичностью для совокупности пеленгаторов. Суть этого положения рассматривается на рис. 1.

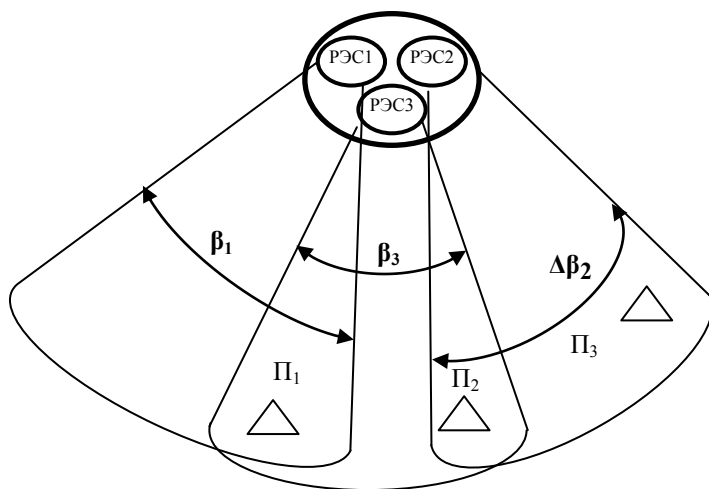


Рис. 1. Пространственная эпизодичность наблюдения воздушных объектов совокупностью пеленгаторов

Пусть на борту ВО конкретного типа размещены три бортовых РЭС – РЭС1, РЭС2, РЭС3. Каждая РЭС при решении своих функциональных задач излучает в своем секторе –  $\Delta\beta_1$ ,  $\Delta\beta_2$ ,  $\Delta\beta_3$ , т.е. пространственные зоны наблюдаемости РЭС различны. Пассивная система триангуляционного типа состоит из трех пеленгаторов – П1, П2, П3 их местоположение таково, что РЭС1 может наблюдаться только пеленгатором П1, РЭС2 – П2 и П3, РЭС3 – П1 и П2.

Эпизодический процесс излучения каждой бортовой РЭС во времени представлен на рис. 2 ( диаграммы А, Б, С).

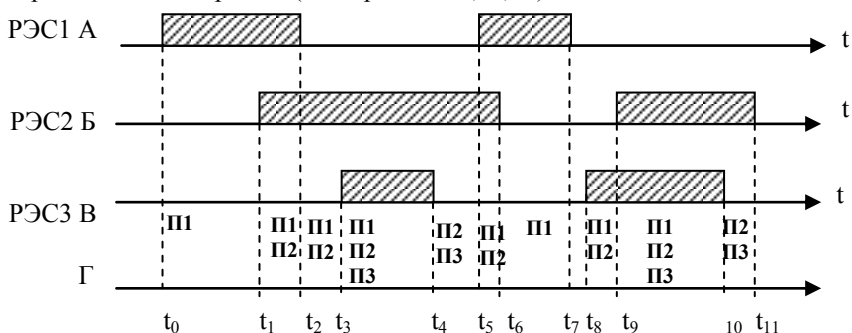


Рис. 2. Диаграммы излучений каждой БРЭС во времени и наблюдаемости ВО

На диаграмме Г (рис. 2) для каждого временного подинтервала наблюдаемости указаны номера пеленгаторов, которые могут наблюдать воздушный объект по излучению его бортовых РЭС. Таким образом, процесс сопровождения воздушных объектов триангуляционным методом должен быть управляемым, так как в силу временной и пространственной эпизодической наблюдаемости воздушный объект на различных интервалах времени может наблюдаться различными пеленгаторами или вообще не наблюдаться. Управление сопровождением будет заключаться в выборе пеленгаторов для сопровождения пеленговых траекторий конкретных бортовых радиоэлектронных средств, а также в выборе двоек (троек) пеленгаторов для сопровождения траекторий воздушных объектов триангуляционным методом.

В основу предлагаемого метода совместного синтеза алгоритмов траекторной обработки и управления сопровождением траекторий положены следующие основные принципы: многоцелевой подход к решению задачи обнаружения – сопровождения воздушных объектов; совместное решение задач обнаружения – сопровождения траекторий распознавания воздушных объектов; упрощение оптимального алгоритма обнаружения – сопровождения траекторий и распознавания воздушных объектов и управление решающими правилами; разбиение процесса управления сопровождением воздушных объектов на два этапа: этап 1 – управление сопровождением пеленговых траекторий на отдельных пеленгаторах, этап 2 – управление выбором двоек (троек) для сопровождения воздушных объектов триангуляционным методом.

Метод совместного синтеза алгоритмов траекторной обработки информации и управления сопровождением траекторий в системах пассивной локации представляет собой совокупность взаимосвязанных этапов (рис. 3).

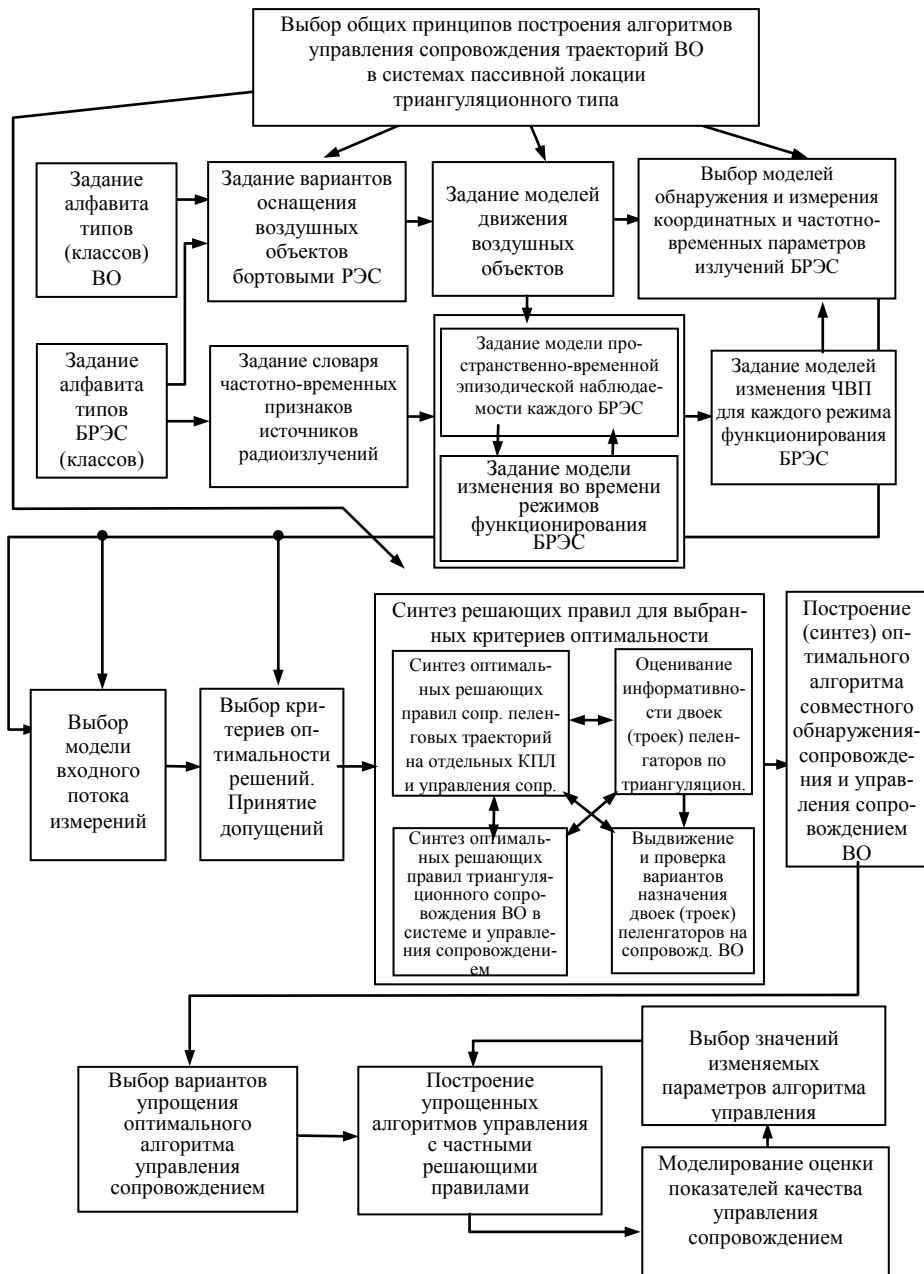


Рис. 3. Последовательность и содержание этапов совместного синтеза алгоритмов траекторной обработки и управления сопровождением воздушных объектов в триангуляционной системе пассивной локализации

На начальном этапе определяется состав и содержание сведений и моделей, необходимых для синтеза алгоритмов траекторной обработки, а именно [2], алфавит классов (типов) воздушных объектов и бортовых РЭС, используемые словари значимых признаков ВО и РЭС на их борту, модели движения воздушных объектов, модель пространственно-временной эпизодической наблюдаемости воздушных объектов по излучениям бортовых РЭС, модель изменения во времени режимов функционирования бортовых РЭС, модель изменения во времени частотно-временных параметров для каждого режима функционирования бортовых РЭС, модель обнаружения и измерения координатных и частотно-временных параметров излучений бортовых РЭС, модель входного потока отметок (измерений).

На основании модели потока измерений на выходе устройств первичной обработки пассивных источников информации строится функция правдоподобия выборки измерений параметров излучений К пеленгаторами за  $Q$  обзоров пространства. В соответствии с выбранным критерием эффективности (максимума функции правдоподобия) синтезируются оптимальные решающие правила траекторной обработки (обнаружения и сопровождения траекторий). Основными из них являются:

- оптимальные решающие правила обнаружения сопровождения пеленговых траекторий на отдельных пеленгаторах и управления сопровождением;
- оптимальные решающие правила триангуляционного сопровождения воздушных объектов;
- правила оценивания информативности двоек (троек) пеленгаторов по триангуляционному сопровождению воздушных объектов;
- правила выдвижения и проверки вариантов назначения двоек (троек) пеленгаторов на сопровождение объектов.

В силу большой вычислительной сложности оптимального алгоритма при его практической реализации возникает необходимость упрощений с допустимой и контролируемой потерей качества. Основные направления по упрощению оптимального алгоритма подробно описаны в [2] и, в основном, сводятся к ограничению числа выдвигаемых и проверяемых гипотез отождествления измерений и двоек (троек) пеленгаторов для триангуляционного сопровождения.

Заключительным этапом является синтез алгоритмов управления с изменяемыми решающими правилами и параметрами, которые могут быть реализованы на вычислительных средствах с ограниченной производительностью. Качество алгоритмов управления определяется путем оценки частных показателей – полноты, оперативности, достоверности и

точности, методом имитационного статистического моделирования. На основании оценки показателей качества управления выбираются лучшие решающие правила и значения изменяемых параметров алгоритмов. Этот процесс повторяется итерационно до достижения требуемого качества алгоритмов при заданном варианте упрощения.

**Выводы.** Предлагаемый метод совместного синтеза алгоритмов траекторной обработки информации и управления сопровождением позволяет разработать оптимальные и упрощенные алгоритмы управления сопровождением траекторий воздушных объектов в триангуляционной системе пассивной локации для условий их пространственно-временной эпизодической и множественной наблюдаемости.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Грачёв В.М., Довбня А.В., Анастасенко С.Н., Сафронов Р.В. Принципы формирования информационной модели воздушной обстановки // Системы обработки информации. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вып. 3 (13). – С. 37 – 42.
2. Грачёв В.М., Довбня А.В. Методика синтеза алгоритмов совместного обнаружения – сопровождения траекторий и распознавания воздушных объектов в комплексах и системах пассивной локации // Системы обработки информации. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2002. – Вып. 3 (19). – С. 141 – 144.
3. Грачёв В.М., Довбня А.В., Анастасенко С.Н., Сафронов Р.В. Объединение радиолокационной информации в многопозиционных активно-пассивных комплексах в условиях неопределенности наблюдения. // Системы обработки информации. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вып. 5 (15). – С. 42 – 49.
4. Грачёв В.М., Довбня А.В. Методика объединения разнородной информации в сложных информационных системах // НТК МОУ, ВППО, ХВУ. Тезисы доповідей. – Х.: МОУ, ВППО, ХВУ. – 1999. – Вып. 3. – С. 49.

Поступила 5.05.2003

**ГРАЧЁВ Виктор Михайлович**, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник научного центра при ХВУ. Окончил ВИРТА ПВО в 1975 году. Область научных интересов – автоматизированные системы управления и обработки информации.

**ДОВБНЯ Александр Владимирович**, канд. техн. наук, младший научный сотрудник научного центра при ХВУ. Окончил ХВУ в 1997 году. Область научных интересов – автоматизированные системы управления и обработки информации.

**АНАСТАСЕНКО Сергей Николаевич**, адъюнкт научного центра при ХВУ. Окончил ХВУ в 1997 году. Область научных интересов – автоматизированные системы управления и обработки информации.