

УДК 621.3

В.А. Корнеев

Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков

## МЕТОД СИНТЕЗА АЛГОРИТМОВ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ КООРДИНАТНОЙ И ПРИЗНАКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ РАЗНОТИПНЫХ ИСТОЧНИКОВ

В статье излагается сущность усовершенствованного метода синтеза алгоритмов пространственно-временного объединения локационной информации об объектах наблюдения с учетом координатных и признаков измерений от разнотипных источников. Метод отличается введением моделей групповых объектов различного типа, моделей неразрешаемых измерений и совместным использованием координат и разнородных признаков для отождествления многократных измерений.

**Ключевые слова:** объединение информации, отождествление измерений, источник информации, координатная и признаковая информация.

### Введение

Пусть в области  $\Omega$ , контролируемой системой из  $S$  разнотипных радиолокационных комплексов (РЛК), находится  $n$  воздушных объектов (ВО), включая средства воздушного нападения различного класса и типа.

Считаем, что каждый  $\varphi$ -й радиолокационный комплекс производит обзор пространства по азимуту с темпом  $T_0$ , при этом в каждом обзоре с выхода системы первичной обработки выдаются измерения (цифровые отметки), включающие в свой состав, в зависимости от типа комплекса, следующие координатные и признаковые параметры:

для активных РЛС обзорного типа – координатные параметры: дальность  $R$ , азимут  $\beta$ , угол места; признаковые параметры –  $\bar{\sigma}$  средняя ЭПР объекта, признак опознавания государственной принадлежности (ОГП);

для многобазового комплекса радиотехнической разведки – координатные параметры: азимут  $\beta$ , угол места  $\epsilon$ , дальность  $R$ ; признаковые параметры – частотно-временные параметры излучений бортовых РЭС – рабочая частота  $f$  или диапазон частот  $\Delta f$ , длительность импульсов  $\tau_{\text{и}}$ , период следования импульсов  $T_{\text{п}}$ , вид модуляции и др.

Синтез алгоритмов пространственно-временного объединения радиолокационной информации в информационной системе необходимо осуществлять в соответствии с единым методом, включающим совокупность моделей воздушной и помеховой обстановки в зоне ответственности совокупности источников информации, а также моделей измерения координат признаков с учетом построения системы первичной обработки сигналов и данных на источниках.

В основу предлагаемого метода статистического синтеза положены известные методы теории ста-

тистических решений и теории случайных потоков, сам метод является развитием (усовершенствованием) предлагаемых ранее методов, в которых не в полной мере учитывались особенности обработки данных и сигналов на этапе первичной обработки.

### Результаты исследований

На рис. 1 представлена структурная схема основных этапов метода статистического синтеза алгоритмов пространственно-временного объединения координатно-признаковой информации от совокупности локационных источников. Метод базируется на сложившемся подходе к построению методов статистического синтеза систем и алгоритмов обнаружения-измерения-распознавания сигналов и данных, предложенных в работах [1, 2, 4], и является усовершенствованным применительно к особенностям решаемой задачи.

Метод синтеза включает следующие основные этапы.

1) Разработка моделей воздушной и радиоэлектронной обстановки в зоне ответственности информационной системы:

- выбор и обоснование моделей движения воздушных объектов;
- выбор и обоснование моделей воздушной обстановки – потока наблюдаемых объектов;
- выбор и обоснование моделей радиоэлектронной обстановки;
- выбор и обоснование моделей эпизодической и множественной наблюдаемости воздушных объектов совокупностью радиолокационных комплексов;
- выбор и обоснование моделей потока отметок (измерений) на выходе источников информации, включая модели истинных и ложных отметок, пропуски отметок, а так же модели неразрешенных отметок.

Модель потока разнотипных ВО, движущихся в зоне ответственности информационной системы,

предложено представить многокомпонентным случайным потоком Пуассона, который определяется в многомерном пространстве координатных парамет-

ров с дополнительно введенным дискретным пространством классов и типов одиночных и групповых объектов.

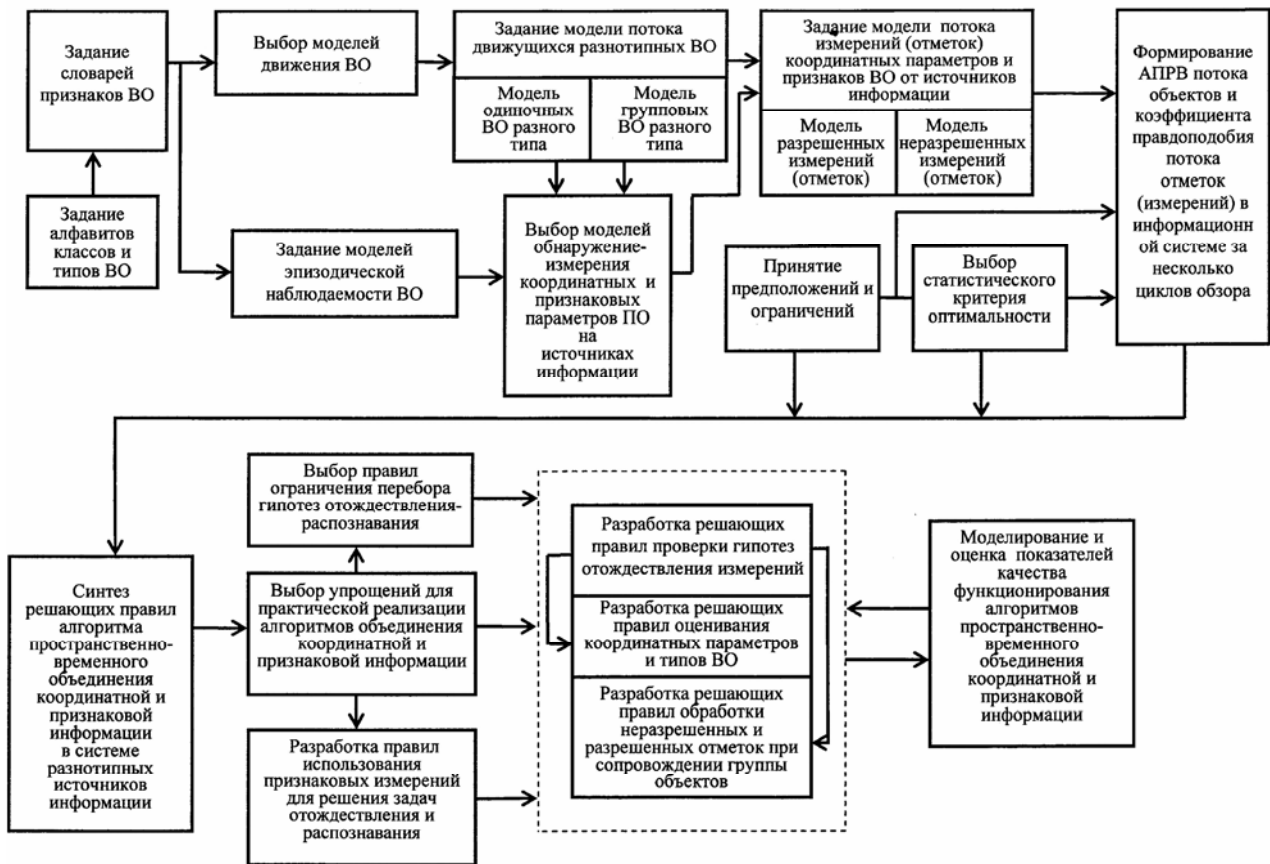


Рис. 1. Метод статического синтеза алгоритмов пространственно-временного объединения координатных и признаковых измерений в системе разнотипных источников информации

Потоки координатных и признаковых данных от отдельных локационных источников целесообразно представить в виде потока Бернулли истинных и потока Пуассона ложных отметок с учетом их пропусков и возможного неразрешения групповых объектов, а также в виде потока истинных и ложных сообщений о сопровождаемых траекториях, в зависимости от возможностей источников по обработке и выдаче информации.

2) Синтез оптимального и квазиоптимальных алгоритмов объединения координатной и признаковой информации от совокупности разнотипных источников проводится на основе предварительно выбранного статистического критерия оптимальности. Традиционно предпочтение отдается байесовскому подходу, который требует задания априорного распределения оцениваемых параметров и функции потерь с внесением при этом определенного произвола при выборе вида априорного распределения параметров потока ВО. При этом наиболее значимые практические результаты получены с использованием критерия максимального правдоподобия, который в большей степени свободен от необходи-

мости задания априорных распределений и функций стоимости.

3) Синтез оптимального алгоритма пространственно-временного объединения информации от совокупности источников осуществляется путем разработки решающих правил выдвижения и проверки гипотез совместного и поточечного отождествления многократных измерений, правил получения оптимальных оценок параметров потока ВО и распознавания их типов на основе анализа сформированных соотношений для функций (коэффициентов) правдоподобия выборки измерений, а также анализа соотношений для АПРВ потока ВО.

4) Разработка правил упрощения процесса выдвижения и проверки гипотез о числе объектов, гипотез совместного и поточечного отождествления многократных измерений и распознавания типов объектов проводится в целях обеспечения практической реализуемости оптимальных алгоритмов объединения информации и разработки квазиоптимальных алгоритмов.

5) Моделирование и оценка показателей качества решения задачи объединения координат-

ных и признаковых измерений в процессе обнаружения – сопровождения – распознавания воздушных объектов проводится с использованием метода статистического имитационного моделирования и направлено на проверку эффективности и реализуемости основных процедур квазиоптимального алгоритма.

Оптимальный алгоритм пространственно-временного объединения координатно-признаковой информации от совокупности источников предполагает последовательное выполнение следующих решающих правил и процедур (рис. 2).

1. Последовательное выдвижение гипотез о количестве ВО  $n = \overline{1, n_{\max}}$ , находящихся в зоне ответственности  $\Omega$  информационной системы, гипотез совместного отождествления измерений и гипотез поточечного отождествления измерений с учетом типов ВО.

2. Формирование мер правдоподобия гипотез о количестве ВО путем нахождения суммы объемов пиков гауссоид функций правдоподобия, соответствующих всем гипотезам совместного отождествления отметок для каждой из гипотез о числе ВО.

3. Нахождение оптимальной оценки количества воздушных объектов  $n^*$  из условия максимума функции правдоподобия.

4. Для найденной оценки количества воздушных объектов  $n^*$  проводится выбор наиболее правдоподобной гипотезы совместного отождествления  $\tilde{H}_{i\varphi}$  и нахождение соответствующих ей оценок параметров траекторий ВО  $\hat{\mu}_1, \dots, \hat{\mu}_{n^*}$  и типов объектов  $\hat{T}_1, \dots, \hat{T}_{n^*}$  из условия абсолютного максимума функции правдоподобия выборки измерений совокупности источников.

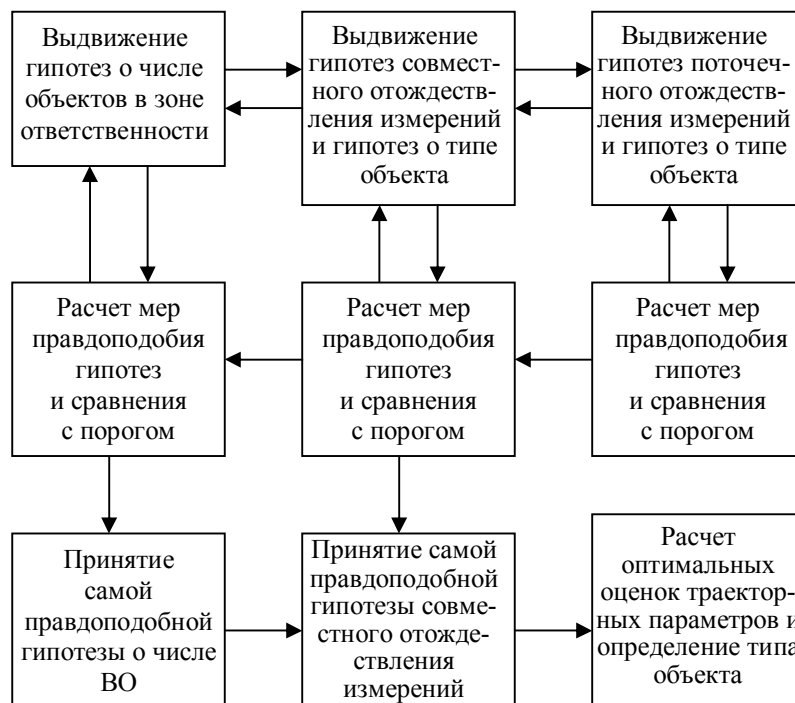


Рис. 2. Структура оптимального алгоритма пространственно-временного объединения координатных и признаковых измерений

Усовершенствованный метод синтеза алгоритмов пространственно-временного объединения координатной и признаковой информации разнотипных источников отличается от известного метода следующими положениями:

– предложена модель воздушной обстановки в виде потока Пуассона разнотипных одиночных и групповых движущихся объектов, описываемого многомерной плотностью распределения вероятностей значений количества объектов, их координат, параметров движения и типов (классов). Такая модель позволяет учесть как одиночные, так и групповые неразрешаемые объекты различных типов;

– предложена модель потока истинных отметок (измерений) на выходах источников информации, включая пропуски отметок, а также неразрешенные отметки в виде потока Бернулли. Такая модель в форме коэффициента (отношения) правдоподобия позволяет с высокой степенью адекватности описать поток разрешенных и неразрешенных измерений на входе алгоритма объединения информации;

– предложены правила выдвижения и проверки гипотез о количестве одиночных и групповых ВО, гипотез совместного отождествления измерений и гипотез поточечного отождествления измерений с учетом гипотез о типе одиночных и групповых объ-

ектов на основе полученной от источников совокупности координатной и признаковой информации;

– предложены правила расчета мер правдоподобия гипотез о количестве одиночных и групповых ВО, гипотез совместного и поточечного отождествления измерений с учетом гипотез о типе одиночных и групповых объектов на основе совместного использования координатных и признаковых измерений.

Синтезированные решающие правила и процедуры объединения координатной и признаковой информации составляют основу квазиоптимальных практически реализуемых алгоритмов пространственного и временного объединения информации в АСУ.

### Список литературы

1. Бакут П.А. Обнаружение движущихся объектов / П.А. Бакут, Ю.В. Жулина, Н.А. Иванчук; под ред. П.А. Бакута. – М.: Сов. радио, 1980. – 288 с.

2. Большаков И.А. Прикладная теория случайных потоков / И.А. Большаков, В.С. Ракошиц. – М.: Сов. радио, 1978. – 248 с.

3. Грачев В.М. Метод и алгоритм мультирадарной траекторной обработки радиолокационной информации в системе независимых РЛС / В.М. Грачев, А.В. Довбня // Радиотехника. – Х.: ХНУРЭ. – 2006. – №145. – С. 41-47.

4. Грачев В.М. Методика синтеза алгоритмов совместного обнаружения – сопровождения траекторий и распознавания воздушных объектов в комплексах и системах пассивной локации / В.М. Грачев, А.В. Довбня // Системи обробки інформації. – Х.: НАНУ, ПАНІ, ХВУ, 2002. – №3(19). – С. 141-145.

Поступила в редколлегию 28.02.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Ю.Н. Седышев, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

### МЕТОД СИНТЕЗУ АЛГОРИТМІВ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОГО ОБ'ЄДНАННЯ КООРДИНАТНОЇ Й ОЗНАКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ РІЗНОТИПНИХ ДЖЕРЕЛ

В.О. Корнеєв

У статті викладається сутність удосконаленого методу синтезу алгоритмів просторово-часового об'єднання локаційної інформації про об'єкти спостереження з обліком координатних і ознакових вимірів від різнотипних джерел. Метод відрізняється введенням моделей групових об'єктів різного типу, моделей вимірів, що не дозволяються, і спільним використанням координат і різнорідних ознак для ототожнення багаторазових вимірів.

**Ключові слова:** об'єднання інформації, ототожнення вимірів, джерело інформації, координатна й ознакова інформація.

### THE METHOD OF THE SYNTHESIS ALGORITHM SPACE-TEMPORARY ASSOCIATION COORDINATE AND ASSOCIATIVE INFORMATION IN INFORMATION SYSTEM OF THE INTERMIX SOURCES

V.A. Korneev

In article is stated essence improved method of the syntheses algorithm space-temporary association location information on object of the observation with provision for coordinate and associative measurement from intermix sources. The method differs entering the models group object different type, models non-allowable measurements and joint use the coordinates and heterogeneous sign for identification of the frequentative measurements.

**Keywords:** association to information, identification of the measurements, source to information, coordinate and associative information.