

# ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМОВ СОПРОВОЖДЕНИЯ ГРУППОВЫХ ЦЕЛЕЙ

А. А. Михалковский, А. С. Солонар

Кафедра радиолокации и приемо-передающих устройств, Военная академия Республики Беларусь

Минск, Республика Беларусь

E-mail: mikh.tech@mail.ru

В докладе рассмотрены вопросы сопровождения групповой воздушной цели, представлены наиболее распространенные субоптимальные байесовские алгоритмы сопровождения и результаты их сопоставительного моделирования.

## ВВЕДЕНИЕ

В процессе автоматической обработки траекторных данных одной из сложных задач является сопровождение групповой цели (совокупность нескольких объектов, совершающих совместный полет на небольшом удалении друг от друга). Сложность сопровождения заключается в возможности перепутывания траекторий, их пропадания и появления ложных траекторий из-за поступления нерегулярной траекторной информации.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### Алгоритм PDA

Алгоритмы вероятностного отождествления данных (PDA, *Probability Data Association*) были разработаны для отождествления данных при траекторном сопровождении в условиях помех, одиночной цели. Алгоритм PDA был впервые предложен Я. Бар-Шаломом и Э. Тзе. В алгоритме принимается допущение о существовании только одной цели, формируемые гипотезы  $H_i$ , заключаются в признании истинности  $i$ -й отметки,  $i = 1, \dots, m_k$ , и ложности остальных, гипотеза  $H_0$  - все отметки ложные. После формирования гипотезы отождествления, оцениваются их вероятности, после чего из всех стробированных отметок формирует одну, которая является взвешенной суммой всех стробированных отметок, причем вес отметки пропорционален сумме вероятностей гипотез, в которых она участвует (см. рис. 1). Для сопровождения групповой цели алгоритм был расширен до алгоритма совместного вероятностного отождествления данных (JPDA, *Joint Probability Data Association*).

### Алгоритм JPDA

При использовании алгоритма JPDA полагается, что число сопровождаемых целей оценено ранее, и от каждой цели в наборе отметок присутствует. Алгоритм JPDA состоит из следующих этапов:

- Описание всех потенциальных вариантов отождествления каждой из отметок с каждой из траекторий и формирование возможных событий совместного отождествления;

- Расчет апостериорных вероятностей всех событий совместного отождествления и вероятностей отождествления отметок с траекториями;
- Расчет результирующей оценки вектора состояния для каждой траектории с учетом всех возможных событий отождествления, в которых она участвует, и вероятностей этих событий.

Применение алгоритма JPDA позволяет успешно решать задачу одновременного сопровождения целей в помехах, в том числе и на участках пересечения их траекторий. Однако алгоритм получают достаточно сложными в вычислительном плане.

### Алгоритм IPDA

Широкое распространение последнее время получил алгоритм IPDA (*Integrated Probabilistic Data Association*), где для сопровождения траектории используется марковская цепь с двумя состояниями (1 - траектории соответствует ненаблюдаемая цель, 2 - наблюдаемой), если цель существует, значит она обнаружена с вероятностью  $P_D$ . На каждом шаге обновляется вероятность существования цели  $\psi(k|k-1)$

$$\psi(k|k-1) = p_{11}^1 \psi(k-1|k-1) + p_{21}^1 (1 - \psi(k-1|k-1))$$

где  $\psi(k-1|k-1)$  - априорная вероятность существования цели;  $p_{11}^1, p_{21}^1$  - вероятности перехода из одного состояния в другое.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В докладе будут представлены схемы и псевдо коды алгоритмов результаты проведения математического моделирования PDA, JPDA и IPDA их преимущества и недостатки. Также даны рекомендации по применению алгоритмов и особенности их реализации.

1. Bar-Shalom Y., Xivo Rong Li Multitarget–Multisensor Tracking: Principles and Techniques. YBS Publishing, 1995.
2. Blackman S. Popoli R. Design and analysis of modern tracking systems. Boston, London: Artech House, 1999.
3. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория. Справочник. / Под редакцией Я.Д. Ширмана. – М. «Радиотехника». – 2007.–510с.
4. Коновалов А.А. Основы траекторной обработки радиолокационной информации, Часть 1 / А.А. Коновалов; – СПб: СПбГЭТИ «ЛЭТИ», 2013. – 164 с.

5. Радиотехнические системы: учебник для студентов высших учебных заведений / Ю.М. Казаринов [и др.]; под общ. ред. Ю.М. Казаринова. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 592 с.

6. Challa S. , Morelande M. R., Musicki D. and Evans R. J. Fundamentals of object tracking. Cambridge university press, 2011. – 375с.

7. Кузьмин С.З. Цифровая радиолокация. Введение в теорию / С.З. Кузьмин; – Киев: Издательство «КВиЦ», 2000. – 428 с.

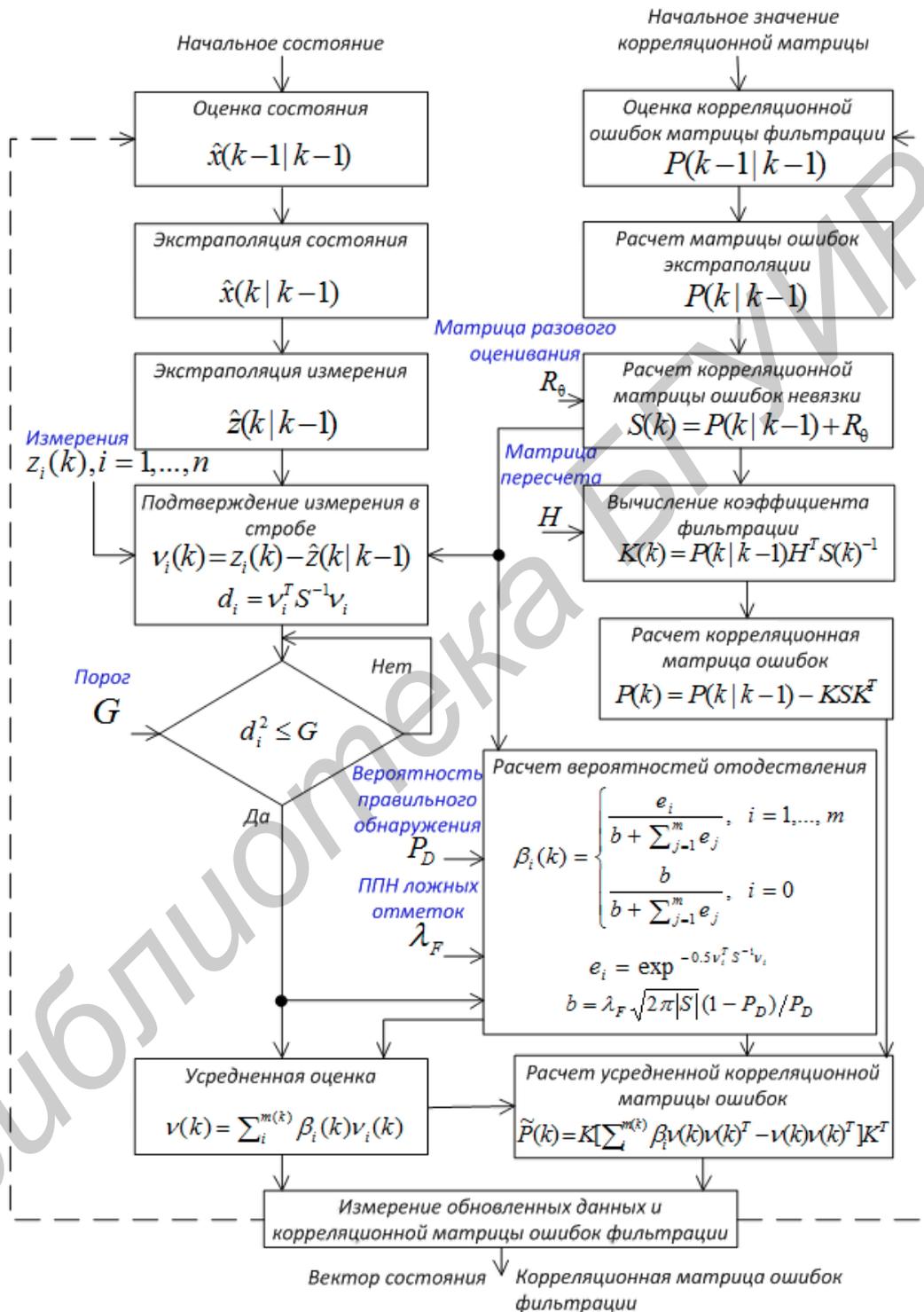


Рис. 1 – Алгоритм PDA