

УДК 681.51 : 623.592

Ю.А. Данилов¹, Д.Н. Обидин², А.А. Тимочко³, А.Б. Титаренко¹¹ *Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев*² *Кировоградская летная академия НАУ, Кировоград*³ *Фирма XI, Харьков*

ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ СОПРОВОЖДЕНИЯ ТРАЕКТОРИЙ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

В статье проводится анализ известных результатов и особенностей обработки информации при решении задачи сопровождения траекторий воздушных объектов, рассматриваются перспективные направления в области обработки радиолокационной информации, связанные с развитием автоматизированных систем управления. Так же производится оценка возможностей по повышению качества обработки радиолокационной информации, что в свою очередь приводит к увеличению возможностей по сопровождению воздушных объектов и увеличению безопасности при управлении воздушным движением.

Ключевые слова: *плотность воздушных объектов, маневр, информационное обеспечение, траектории воздушных объектов, первичная обработка радиолокационной информации.*

Введение

Для обеспечения безопасности воздушного движения необходима оперативная информация о пространственном положении воздушных объектов (ВО) в каждый момент времени в выделенной для контроля зоне ответственности. Необходимость в такой информации особенно возрастает при интенсивном воздушном движении, которое имеет место в районе современных аэропортов, располагаемых возле мегаполисов, а также вблизи крупных городов. Как правило, функции контролера выполняет авиационный диспетчер, который наблюдает за перемещением ВО по информации, выносимой на экран системы мониторинга воздушной обстановки, формируемой по данным, поступающим от обзорных РЛС, входящих в систему УВД. Известно, что возможности человека по восприятию и обработке информации ограничены, поэтому в управлении ВО диспетчеру помогают автоматические системы, которые отслеживают перемещения летательных аппаратов в пространстве, помогая ему принимать решения по обеспечению безопасности воздушного движения в зоне ответственности. Реализация алгоритмов автоматического сопровождения, как правило, строится на основе алгоритмов фильтрации, которые требуют априорных знаний о предполагаемых моделях движений ВО и реальных условиях наблюдения, в которых проводятся измерения траекторных параметров наблюдаемых объектов. Поскольку данные сведения должны закладываться в алгоритмы фильтрации заранее, то существует вероятность того, что реальные параметры, описывающие траекторию перемещения ВО и точностные характери-

стики каналов измерений, будут отличаться от априорных. Таким образом, при реальном функционировании алгоритмов траекторного сопровождения ВО, будет существовать неопределенность в отношении параметров моделей движения наблюдаемых объектов и точностных характеристик измеряемых траекторных параметров, что подтверждает актуальность проводимых в работе исследований.

Существующие методики синтеза алгоритмов обнаружения и сопровождения траекторий воздушных объектов разработаны для условия полной разрешаемости, т.е. каждому объекту соответствует не более одной отметки и каждая отметка принадлежит одному объекту.

Разработанные и реализованные по этим методикам алгоритмы не обеспечивают качественного сопровождения траекторий в условиях плотных потоков воздушных объектов, т.е. когда разность значений параметров сигналов отраженных от них соразмерна с мерой разрешающей способности РЛС. Учитывая целый ряд факторов, влияющих на принятие решения на этапе первичной обработки РЛИ, вполне возможны случаи, когда сигналы, отраженные от воздушных объектов накладываются, порождая всего лишь одну отметку. Кроме того, подобная ситуация может возникать при выполнении несколькими воздушными объектами согласованного маневра.

Анализ литературы. К основным работам, посвященным повышению качества радиолокационной информации, за счет разработки новых способов и алгоритмов сопровождения траекторий воздушных объектов (ВО), можно отнести следующие [1-10].

Большинство из этих работ показывают различные методики синтеза алгоритмов обнаружения и сопровождения траекторий воздушных объектов. Однако, проведенный анализ данных работ показывает, что все они ориентированы на существующие методы обнаружения и сопровождения траекторий воздушных объектов и разработаны для условия полной разрешаемости. Данная работа направлена на обоснование необходимости разработки алгоритмов вторичной обработки РЛИ в условиях плотных потоков ВО и применения ими маневра.

Целью данной статьи является обобщение информации о различных методиках синтеза алгоритмов обнаружения и сопровождения траекторий воздушных объектов и выводы о необходимости разработки алгоритмов вторичной обработки РЛИ.

Основная часть

1. Обоснование необходимости разработки алгоритмов вторичной обработки РЛИ в условиях плотных потоков ВО и применения ими маневра. Сложная воздушная обстановка при интенсивном воздушном движении, которое имеет место в районе современных аэропортов, располагаемых возле мегаполисов, а также вблизи крупных городов требует автоматизации решения задач, связанных, прежде всего, со сбором и обработкой информации о воздушной обстановке. При этом требуемая точность и достоверность информации о ВО должна быть достаточной для надежного и своевременного принятия решения. В этих условиях человек - оператор (в силу ограниченных психофизиологических возможностей), не способен обеспечить требуемую точность и достоверность при обработке РЛИ. Например, оператор способен качественно сопровождать автоматизировано 5-6 траекторий ВО даже в простых условиях воздушной обстановки [1 – 7], хотя и способен определить по характеру отметки количество ВО в случае наложения их траекторий.

Анализ уровня автоматизации процесса обработки радиолокационной информации (РЛИ) в средствах автоматизации различных поколений [10] свидетельствует о повышении качества выдаваемой потребителям информации. При сопровождении траекторий ВО используется многоцелевой подход к отождествлению отметок, однако алгоритмы сопровождения реализованы в предположении полной разрешаемости ВО. В условиях плотных потоков ВО, когда возможно периодическое их неразрешение, эти алгоритмы не обеспечивают устойчивого сопровождения, что может привести к катастрофам. Кроме того, такая ситуация может возникнуть при выполнении несколькими ВО согласованного маневра с многократным пересечением траекторий.

Применение в существующих средствах автоматизации вычислительных комплексов ограниченной

производительности не позволяет использовать в алгоритмах обработки моделей движения, учитывающих возможный маневр цели. Это приводит к тому, что при сильных маневрах резко возрастают динамические ошибки на участках перехода к маневру и выхода из него из-за неизбежной инерционности фильтров сглаживания, построенных в соответствии с принятой моделью движения. Для сильно маневрирующих целей динамические ошибки возрастают настолько, что могут привести к срыву автосопровождения. Учитывая возрастающие маневренные возможности современных средств воздушного нападения возможны частые срывы автосопровождения, что также может привести к значительному снижению качества радиолокационной информации.

Таким образом, основываясь на результатах анализа перспектив развития авиационной техники, анализа уровня автоматизации процесса сбора и обработки информации о воздушной обстановке, можно сделать вывод о необходимости разработки алгоритмов вторичной обработки РЛИ в условиях плотных потоков ВО и применения ими маневра.

2. Особенности решения задачи сопровождения траекторий воздушных объектов в условиях их плотных потоков. Как элемент радиолокационной системы, система обработки РЛИ непосредственно связана с источниками РЛИ и должна обеспечивать [6]:

- отсеивание помех и выделение полезных сигналов, несущих информацию о ВО;
- определение параметров отраженных сигналов;
- увязывание отраженных сигналов в траектории и определение параметров этих траекторий;
- селекцию траекторий ВО по их важности;
- формирование обобщенной воздушной обстановки.

Сложность системы обработки РЛИ и многообразие выполняемых системой функций, связанных с поэтапной переработкой больших потоков информации, затрудняет формализацию и анализ ее работы в целом [5]. Поэтому целесообразно разбиение процесса обработки РЛИ на функционально законченные операции (этапы).

Процесс обработки РЛИ условно можно разбить на три этапа [8]:

1. Первичная обработка РЛИ: обнаружение отраженных от ВО сигналов; формирование радиолокационных отметок; определение (оценка) координат радиолокационных отметок.

2. Вторичная обработка РЛИ: обнаружение траекторий ВО по совокупности радиолокационных отметок, полученных в ряде последовательных периодов (циклов) обзора РЛС; вычисление начальных значений параметров траекторий ВО; сопровождение траекторий ВО путем отбора новых отметок для продолжения траекторий.

3. Третичная обработка РЛИ: объединение информации нескольких источников РЛИ, имеющих общую систему вторичной обработки.

Таким образом, задача сопровождения траекторий ВО является составной частью этапа вторичной обработки РЛИ.

В этом случае модель процесса обработки РЛИ можно представить как на рис. 1.

Модель радиолокационной обстановки, модель пространственно - временного сигнала и шума и модель первичной обстановки представляют собой этап первичной обработки.

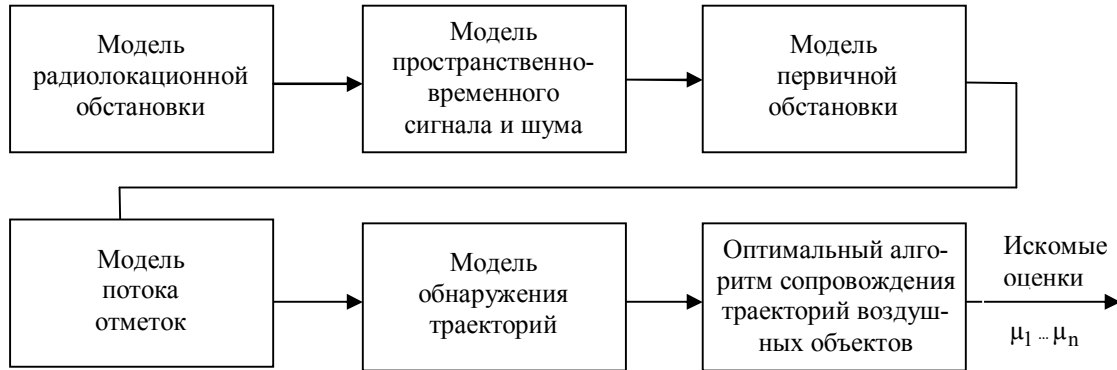


Рис. 1. Модель процесса обработки РЛИ

Модель радиолокационной обстановки задается в виде случайного потока ВО, параметры движения которых $\vec{m}_1, \dots, \vec{m}_n$ являются случайными векторными величинами. Используя понятия теории случайных потоков [7], можно ввести для описания потока ВО многомерную плотность распределения вероятностей (ПРВ) потока ВО $p_n(\vec{m}_1, \dots, \vec{m}_n)$. Также необходимо задаться моделью изменения параметров μ каждого ВО во времени. Использование моделей в классе марковских процессов сводится к заданию переходной плотности распределения параметров потока ВО $\psi(\vec{m}(t_2) / \vec{m}(t_1))$ [4].

Статистическая модель пространственно - временного радиолокационного сигнала на входе системы обработки информации может быть представлена суперпозицией многих сигналов в единой смеси с шумом

$$y(t) = \sum_{i=1}^n s(t, \vec{m}_i) + n(t),$$

характеризуемой условными многомерными ПРВ $\omega(\vec{y} / n; \vec{m}_1, \dots, \vec{m}_n)$ и $\psi(\vec{y} / n=0)$ [5].

Здесь $\psi(\vec{y} / n; \vec{m}_1, \dots, \vec{m}_n)$ - условная многомерная ПРВ суперпозиции сигналов и шума при условии, что она порождена n целями с координатными параметрами $\vec{m}_1, \dots, \vec{m}_n$; $\psi(\vec{y} / n=0)$ - многомерная ПРВ шума.

Модель потока отметок вводится путем задания условных многомерных ПРВ:

$$\omega(1; \vec{y}_1, \dots, \vec{y}_t / n; \vec{m}_1^1, \dots, \vec{m}_n^1) \text{ и } -$$

многомерная ПРВ получения случайного числа отметок ВО с параметрами $\vec{y}_1, \dots, \vec{y}_t$ при условии

наличия в зоне ответственности источника РЛИ n воздушных объектов с параметрами $\vec{m}_1, \dots, \vec{m}_n$;

$$\omega(1; \vec{y}_1, \dots, \vec{y}_t / n=0) -$$

многомерная ПРВ случайного числа отметок с параметрами $\vec{y}_1, \dots, \vec{y}_t$, при условии отсутствия ВО. Удобно в дальнейшем использовать многоцелевое отношение правдоподобия

$$\frac{L_n(\vec{m}_1, \dots, \vec{m}_n / 1; \vec{y}_1, \dots, \vec{y}_t) = \psi(1; \vec{y}_1, \dots, \vec{y}_t / n; \vec{m}_1^1, \dots, \vec{m}_n^1)}{\psi(1; \vec{y}_1, \dots, \vec{y}_t / n=0)} \quad (1)$$

При использовании критерия минимума условного среднего риска синтез оптимального алгоритма сопровождения траекторий ВО сводится к формированию АПРВ потока ВО [8]

$$p_n(\vec{m}_1, \dots, \vec{m}_n) / y_y = \frac{p_n(\vec{m}_1, \dots, \vec{m}_n) L_n(\vec{m}_1, \dots, \vec{m}_n / y_y)}{\sum_{n=0}^{\infty} \int \dots \int p_n(\vec{m}_1, \dots, \vec{m}_n) L_n(\vec{m}_1, \dots, \vec{m}_n / y_y) d\vec{m}_1 \dots d\vec{m}_n} \quad (2)$$

Приведенное соотношение является основой для синтеза оптимальных алгоритмов обнаружений и сопровождения траекторий ВО [2].

Исходя из этого, постановку задачи можно сформулировать следующим образом.

Рассматривается источник РЛИ обзорного типа, позволяющий получать данные о воздушных объектах в некоторой области пространства, называемой далее зоной ответственности источника РЛИ. По результатам $(\beta-1)$ тактов обновления информации сформирована АПРВ потока ВО $p_{\beta-1}(n; \vec{m}_1, \dots, \vec{m}_n)$

оценены параметры их траекторий $\vec{m}_1^{\beta-1}, \dots, \vec{m}_n^{\beta-1}$, где β - номер такта обновления информации источ-

ника РЛИ (обзора РЛС), n - количество воздушных объектов в зоне ответственности зоны источника РЛИ.

В очередном B - ом такте обновления информации от источника РЛИ получено i отметок с параметрами $\bar{y}_1, \dots, \bar{y}_t$. Требуется уточнить параметры траекторий сопровождаемых ВО в условиях их плотных потоков и возможного маневра.

Плотным потоком ВО будем называть поток при котором разность значений параметров сигналов, отраженных от ВО, соизмерима с мерой разрешающей способности РЛС.

3. Анализ известных результатов полученных при решении задачи сопровождения траекторий воздушных объектов. Задача сопровождения траекторий воздушных объектов является по своей сути статистической задачей обработки совокупностей сигналов и различного рода шумов. Сложилось два направления решения этой задачи: одноцелевое и многоцелевое. При одноцелевой обработке РЛИ (на этапе вторичной обработки) рассматривается отдельно каждая отметка и, с использованием определенных решающих правил, принимается решение о привязке ее к одной из всей совокупности траекторий. Как правило, в качестве истинного принимается измеренное значение (отметка), ближайшее к прогнозируемому. При многоцелевой обработке рассмотрению подлежат одновременно все отметки в зоне ответственности источника РЛИ (или их некоторая совокупность) и все сопровождаемые траектории (или их некоторая совокупность).

Развитию одноцелевого подхода при обнаружении и сопровождении траекторий ВО посвящено много работ [3, 4], в которых получены практические результаты (алгоритмы) реализованные в существующих системах вторичной обстановки РЛИ

Главным достоинством одноцелевого подхода является то, что при его использовании алгоритмы обнаружения и сопровождения траекторий ВО обладают простотой и реализуемы на вычислительных средствах ограниченной производительности. В настоящее время можно считать одноцелевое направление в основном сложившимся и приобретшим каноническую форму [1]

Задача сопровождения траекторий ВО в многоцелевой обстановке характерна для обзорных радиолокационных систем, работающих:

при высоком уровне помех;

в случае нескольких ВО, когда расстояния между ними имеют тот же порядок, что и дисперсия их расчетных положений (групповые ВО);

в условиях недостаточной разрешающей способности;

в условиях пересекающихся траекторий и т.д.

В работе [5] было впервые отмечено, что в процессе сопровождения ВО может возникать неопреде-

ленность, отличная по своей природе от неточности измерений, моделируемой аддитивным шумом. Оказалось, что применение в многоцелевой обстановке стандартных оценочных методов, позволяющих выделить из совокупности измерений значение, ближайшее к прогнозируемому, может быть неэффективным. Это происходит потому, что данные методы адекватно не учитывают ситуацию, при которой некоторые результаты измерений относятся к другим ВО. В [8] сделана попытка согласовать результаты измерений, полученных от неопределенных ВО, с данными, описывающими уже выделенные траектории. Аналогичный подход был развит в [9]. Суть метода состоит в том, что траектория расщепляется на несколько, если в окрестности прогнозируемого значения получен ряд измерений. Дальнейшее развитие этот метод получил в работах [1, 2].

Общая постановка задачи многоцелевой обработки РЛИ (для условия плотных потоков ВО и, следовательно, решения задачи выделения многих сигналов на фоне шумов) была сформулирована в [2] и развита в [3]. Особенностью решения многоцелевой задачи является то, что требуется оценивать параметры зачастую неизвестного числа ВО. При этом требуется принципиально новый критерий оптимальности - многоцелевой и модели множества наблюдаемых объектов и совокупностей сигналов и шумов

В работе [4] для описания множества радиолокационных сигналов предлагается использовать аппарат теории случайных потоков (потоки Пуассона, Бернулли, их разновидности). Описание потоков и формирование их апостериорных характеристик (с применением байесовского подхода) производится на уровне производящих функционалов.

Основной недостаток такого подхода заключается в отсутствии строгих соотношений между априорной и апостериорной интенсивностью потока ВО, что затрудняет синтез алгоритмов многоцелевого обнаружения и сопровождения.

Дальнейшее развитие аппарат теории случайных потоков, в приложении к вторичной обработке РЛИ, получил в [5], где было предложено ввести модели потока ВО и отметок на выходе системы вторичной обработки в предложении, что этап первичной обработки РЛИ уже закончен. Для использования байесовского подхода при формировании апостериорных характеристик потока ВО были получены ПРВ потоков ВО. При этом потоки истинных и ложных отметок считаются статистически независимыми.

В работах [6] предлагается, при наличии нескольких отраженных сигналов близко к прогнозируемому использовать условное среднее значение, которое дает оптимальную состояния ВО.

В работах [7, 8] рассматриваются методы сопровождения траекторий ВО, входящих в группу.

Слежение осуществляется за центром масс группы ВО. Сложность таких методов заключается в выборе формы и размеров области корреляции для траектории центра масс и проблемой перехода на индивидуальное слежение, когда групповой ВО расходится.

Вопросы синтеза и анализа алгоритмов вторичной обработки с использованием многоцелевого подхода разрабатывались и в ряде других работ [9, 10]. Особо следует отметить работу [10], в которой был разработан математический аппарат и с его использованием получены алгоритмы, позволяющие эффективно обнаруживать и сопровождать траектории ВО в условиях их высокой плотности и маневра. Классификация этих алгоритмов, с учетом [4, 5], приводится в табл. 1 и 2. В целом необходимо отметить, что рассмотренные методы и алгоритмы обнаружения и сопровождения траекторий ВО в многоцелевой обстановке значительно превосходят аналогичные методы и алгоритмы, не учитывающее многоцелевой аспект. Следовательно, разработка эффективных методов и алгоритмов обнаружения и сопровождения траекторий с использованием многоцелевого подхода является одной из актуальных задач современной радиолокации.

Все рассмотренные ранее результаты были получены для условия полной разрешенности измерений (отметок), вызванных ВО.

Однако, для введенного определения плотного потока ВО, учитывая ряд случайных факторов, влияющих на принятие решения на этапе первичной обработки РЛИ, вполне возможны ситуации, когда ВО, сопровождаемые раздельно, периодически неразрешены (т.е. отметки порожденные несколькими ВО сливаются в одну). Кроме того, такая ситуация может возникать при выполнении несколькими ВО согласованного маневра с пересечением траекторий.

В работах [8] была сделана попытка учесть возможное неразрешение объектов (в гидролокации). Однако эффективность разработанного алгоритма зависит от задания большого количества априорных сведений и алгоритм предусматривает наличие только двух движущихся объектов с пересекающимися траекториями.

Таким образом, несмотря на целый ряд работ, посвященных развитию многоцелевого подхода к обработке РЛИ, вопрос сопровождения траекторий ВО в условиях их плотных потоков и возможного маневра остается недостаточно изученным.

Таблица 1

Классификация алгоритмов обнаружения траекторий воздушных объектов

Способ обнаружения ВО	Неадаптивные к маневру ВО алгоритмы	Адаптивные к маневру ВО алгоритмы
Одноцелевой	Алгоритм обнаружения траекторий с поточечным отождествлением радиолокационных данных	Адаптивный алгоритм обнаружения траекторий с поточечным отождествлением радиолокационных данных
Многоцелевой	Алгоритм обнаружения траекторий с совместным отождествлением радиолокационных данных	Адаптивный алгоритм обнаружения траекторий с совместным отождествлением радиолокационных данных
	Алгоритм обнаружения траекторий с совместным вероятностным отождествлением радиолокационных данных	Адаптивный алгоритм обнаружения траекторий с совместным вероятностным отождествлением радиолокационных данных

Таблица 2

Классификация алгоритмов сопровождения траекторий воздушных объектов

Способ сопровождения ВО	Неадаптивные к маневру ВО алгоритмы	Адаптивные к маневру ВО алгоритмы
Одноцелевой	Алгоритм сопровождения траекторий с поточечным отождествлением радиолокационных данных	Адаптивный алгоритм сопровождения траекторий с поточечным отождествлением радиолокационных данных
	Алгоритм сопровождения траекторий с вероятностным отождествлением радиолокационных данных	Адаптивный алгоритм сопровождения траекторий с вероятностным отождествлением радиолокационных данных
Многоцелевой	Алгоритм сопровождения траекторий с совместным отождествлением радиолокационных данных	Адаптивный алгоритм сопровождения траекторий с совместным отождествлением радиолокационных данных
	Алгоритм сопровождения траекторий с совместным вероятностным отождествлением радиолокационных данных	Адаптивный алгоритм сопровождения траекторий с совместным вероятностным отождествлением радиолокационных данных

Заключення

Результати аналізу перспектив розвитку авіаційної техніки, можливостей по виявленню і супроводженню ВО в умовах їх щільних потоків і можливого маневра свідчать про необхідність проведення досліджень в цьому напрямку і розробки ефективних в якості алгоритмів вторичної обробки, в частині алгоритмів супроводження траєкторій ВО. В наявних засобах автоматизації використовується багатцільовий підхід до рішення задачі супроводження траєкторії ВО, однак можливе нерозв'язання ВО не враховується.

Аналіз відомих результатів, отриманих при вирішенні задачі супроводження траєкторій ВО, свідчить про:

перспективним при вирішенні задачі супроводження траєкторій ВО є напрямлення багатцільової обробки;

задача супроводження траєкторії ВО в багатцільовій обстановці характерна для обзорних РЛС, що працюють при високому рівні шумів, в разі недостатньої розрешальної здатності РЛС, в умовах перетинання траєкторій і т.д.;

недостатньо вивченим залишається питання супроводження траєкторій ВО в умовах їх щільних потоків і можливого маневру;

відомі методики і алгоритми супроводження траєкторії ВО передбачають повну розрешеність ВО, що в умовах щільних потоків може не виконуватися.

Список літератури

1. Голуєв М.А. Методика синтезу алгоритмів виявлення і супроводження траєкторій повітряних

об'єктів / М.А. Голуєв, С.А. Войтович // Збірник наукових праць ХВУ. Вип. 21. – Х.: ХВУ, 1998. – С. 82-86.

2. Голуєв М.А. Алгоритм супроводження траєкторії повітряних об'єктів з урахуванням можливості їх нерозрешення. / М.А. Голуєв, С.А. Войтович // Збірник наукових праць ХВУ. Вип. 22. – Х.: ХВУ, 1998. – С. 40-46.

3. Кузьмін С.З. Основи проектування системи цифрової обробки радіолокаційної інформації / С.З. Кузьмін. – М.: Радио і зв'язь, 1986. – 432 с.

4. Определение параметров движения объектов в статистически неопределенных ситуациях / [Гриценко Н.С., Логинов В.П., Мальцев В.И. и др.] // Зарубежная радиоэлектроника. – 1998. – № 2. – С. 3-29.

5. Kuo-Chu Chang, Joint probabilistic data association for multitarget tracking with possibly unresolved measurements. American Control Conference Proceedings. Vol. AES – 18, Feb. 1983. – P. 466-471.

6. Kuo-Chu Chang, Joint probabilistic data association for multitarget tracking with possibly unresolved measurements. M.S. Thesis, Dept. Elec. Engr. Sci., Univ. of Connecticut. Storrs. Sept. 1983. – P. 218-222.

7. Леман Э. Теория точечного оценивания / Э. Леман; пер с англ. под ред. Ю.В. Прохорова. – М.: Наука, 1991. – 448 с.

8. Леви П. Конкретные проблемы функционального анализа / П. Леви; пер с франц. под ред. Е.Е. Шилова. – М.: Наука, 1967. – 346 с.

9. Люстерник Л.А. Элементы функционального анализа / Л.А. Люстерник, В.И. Соболев. – М.: Наука, 1965.

12. Гибридная модель знаний для распознавания ситуаций в воздушном пространстве / М.А. Павленко, А.И. Тимочко, Н.А. Королюк, М.Ю. Гусак // Автоматика и вычислительная техника. – Рига: АВТ, 2014. – No. 5, (Vol. 49). – С. 16-25.

Надійшла до редколегії 30.10.2015

Рецензент: д-р техн. наук, доц. М.А. Павленко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАВДАННЯ СУПРОВОДУ ТРАЄКТОРІЇ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИ УПРАВЛІННІ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ

Ю.О. Данилов, Д.М. Обідін, О.О. Тимочко, О.Б. Титаренко

У статті проводиться аналіз відомих результатів і особливостей обробки інформації при вирішенні завдання супроводу траєкторій повітряних об'єктів, розглядаються перспективні напрямки в області обробки радіолокаційної інформації пов'язані з розвитком автоматизованих систем управління. Так само проводиться оцінка можливостей щодо підвищення якості обробки радіолокаційної інформації, що в свою чергу призводить до збільшення можливостей по супроводу повітряних об'єктів і збільшення безпеки при управлінні повітряним рухом.

Ключові слова: цільність повітряних об'єктів, маневр, інформаційне забезпечення, траєкторії повітряних об'єктів, первинна обробка радіолокаційної інформації.

INFORMATION PROCESSING IN SOLVING THE PROBLEM OF AIR SUPPORT PATHS OF OBJECTS IN AIR TRAFFIC CONTROL

Y.A. Danilov, D.N. Obidin, A.A. Timochko, A.B. Titarenko

The article analyzes the results and the known characteristics of information processing in solving the problem of air support trajectories of objects are considered promising directions in the field of processing radar information associated with the development of automated control systems. Also evaluates possibilities to improve the quality of processing radar information, which in turn increases the possibilities for maintenance and increase aircraft safety facilities with air traffic control.

Keywords: density of air objects, maneuver, information provision, the trajectory of air objects, primary processing of radar data.