

МЕТОД КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ О ВОЗДУШНОЙ ОБСТАНОВКЕ

Буров Сергей Александрович, окончил факультет боевых информационно-управляющих систем Военно-морского института радиоэлектроники им. А.С. Попова. Адъюнкт Военного учебно-научного центра ВМФ «Военно-морская академия». Имеет статьи в области анализа корабельных автоматизированных систем управления, методов обработки информации. [e-mail: burov_spb@mail.ru].

Аннотация

В статье предложен метод решения задачи комплексной обработки информации о воздушной обстановке в автоматизированных системах управления тактической группы надводных кораблей. Благодаря разделению всех средств обработки информации на иерархии, объединению результатов вторичной и третичной обработки информации, поступающей от разнотипных источников, полученные с помощью предлагаемого метода данные повышают полноту информации о воздушных объектах и могут использоваться для решения задач распознавания и прогнозирования развития тактической ситуации в контролируемом районе.

Ключевые слова: обработка информации, радиолокационные станции, отождествление, классификация.

В настоящее время надводные корабли (НК) ВМФ России имеют большое количество различных источников информации о воздушной обстановке разного типа: радиолокационные станции (РЛС), оптико-электронные средства (ОЭС), средства радио- и радиотехнической разведки кораблей и летательных аппаратов (ЛА) корабельного и берегового базирования, а также средства космической разведки и систему оповещения флота.

Практически каждый источник информации имеет собственные вычислительные средства (систему обработки информации (СОИ)) для первичной и вторичной обработки добытой информации о воздушных целях (ВЦ). Эти средства позволяют командованию тактической группы НК получать различную информацию о воздушной обстановке.

РЛС (в т. ч. морские навигационно-посадочные комплексы (МНПК)) и ОЭС позволяют получить информацию о координатах, параметрах движения и размерах воздушных объектов. Кроме того, с помощью РЛС можно получить информацию о государственной принадлежности (признаках «свой – чужой») ВЦ. Средства радиотехнической разведки (РТР) дают информацию о пеленгах на излучения РЛС, установленных на ЛА, и о параметрах их излучений. Средства радиоразведки (РР)

позволяют получать информацию о пеленгах на работающие в эфире радиопередатчики, установленные на ЛА, о виде радиосети, в которой работает радиопередатчик, о позывных носителей радиопередатчиков, а также о содержании переговоров носителей радиопередатчиков. Средства космической разведки (КР) дают информацию о координатах и параметрах излучений авиационных РЛС, моментах времени обнаружения излучений. По системе оповещения флота (ОФ) поступает информация о координатах и моментах обнаружения ЛА, а также авианесущих НК [1].

Информация о воздушной обстановке в той или иной степени обрабатывается в автоматизированных системах сбора, обработки информации и управления (АСОИУ). Корабельные боевые информационные управляющие системы (БИУС) осуществляют отождествление ВЦ, обнаруженных различными РЛС кораблей и ЛА, осуществляют пересчет координат обнаруженных воздушных объектов.

Автоматизированные комплексы радиотехнических станций освещения дальней воздушной обстановки позволяют производить классификацию излучений, зафиксированных станциями РТР, с точностью до списка РЛС, параметры которых совпадают с параметрами зафиксированных излучений, а также определять (оценивать) дальность до излучающего воздушного объекта.

В автоматизированных системах обработки информации, полученной с помощью средств РТР, осуществляется классификация зафиксированных этими средствами излучений с точностью до списка РЛС, параметры излучения которых совпадают с параметрами зафиксированных излучений, а также отождествление пеленгов на излучающие объекты с пеленгами на ВЦ, обнаруженные РЛС.

В автоматизированных системах обработки информации, полученной средствами РР, по уровню принятого сигнала производится оценка дальности до радиопередатчика, осуществляется определение типа и вида радиосети, частотного канала, на котором ведется радиопередача, а также выявление позывных радиопередающих воздушных объектов и распознавание содержания их переговоров.

Автоматизированные комплексы обработки информации, полученной от средств КР, решают задачи классификации зафиксированных станциями КР излучений с точностью до списка РЛС, параметры которых совпадают с параметрами зафиксированных излучений, или до списка носителей этих РЛС.

Однако в АСОИУ, находящихся на вооружении различных НК ВМФ России или разрабатываемых для перспективных кораблей, отсутствует комплексная обработка информации об обстановке (в частности воздушной), поступающей от средств освещения обстановки и разведки кораблей и ЛА. Кроме того, некоторые частные задачи обработки информации о воздушной обстановке, которые могут осуществлять системы обработки информации (СОИ), в них не реализованы. В связи с этим, в модели тактической обстановки, обновляемой в масштабе реального времени и отображаемой в БИУС надводных кораблей, практически каждая воздушная цель остается нераспознанной, т. е. не известны ее тип, вид, класс, название и другая важная информации о ней. Результаты вторичной и третичной обработки информации в различных системах и комплексах автоматизированно не объединяются и не анализируются, а предъявляются командованию изолированно друг от друга [1].

Таким образом, целью комплексной обработки информации о воздушной обстановке является формирование для каждой ВЦ, обнаруженной средствами освещения воздушной обстановки и разведки тактической группы надводных кораблей, формуляра, содержащего полную информацию о цели. К такой информации относятся: координаты, параметры движения, тип, класс, государственная принадлежность цели, а также справочная информация, извлекаемая из базы данных для цели определенного класса.

Сформированная в АСОИУ тактической группы информация о воздушной обстановке также может быть передана по средствам связи, что обеспечивает формирование информационных ресурсов единого информационного пространства ВМФ (ЕИП ВМФ), являющегося информационным компонентом единого информационного управляющего пространства ВМФ (ЕИУП ВМФ) [2].

В данной статье рассматривается метод, позволяющий автоматизировать процесс решения задачи комплексной обработки информации о воздушной обстановке в БИУС надводных кораблей, входящих в состав корабельной тактической группы, а также объединять и анализировать результаты вторичной и третичной обработки информации, полученной от источников разного типа.

Суть предлагаемого метода комплексной обработки информации о воздушных объектах состоит в следующем:

– все средства обработки информации (кораблей и источников информации корабельной тактической группы) подразделяются на уровни (иерархии). На нижнем уровне находятся средства обработки информации, входящие в состав средств освещения воздушной обстановки и разведки кораблей, на втором уровне – БИУС надводных кораблей, а на верхнем уровне – АСОИУ тактической группы (БИУС флагманского корабля) надводных кораблей. Процесс обработки информации о воздушных объектах также осуществляется на нескольких уровнях (рис. 1);

– результаты обработки информации на нижнем уровне являются исходными данными для средств обработки более высокого уровня.

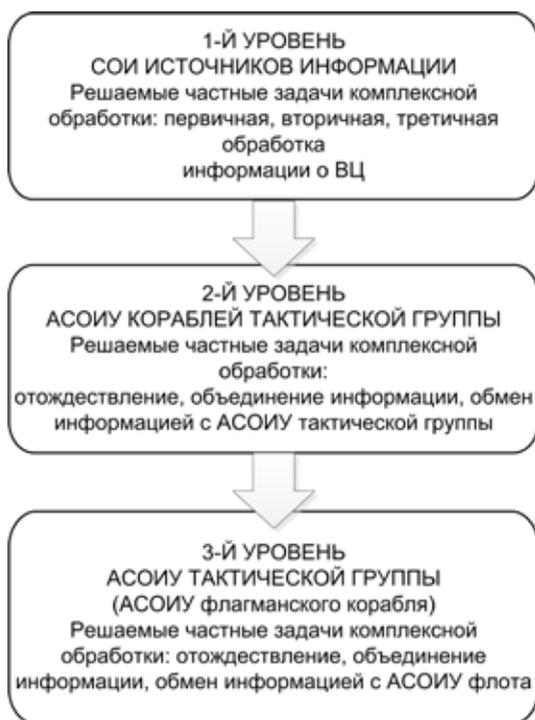


Рис. 1. Уровни комплексной обработки информации

В предлагаемом методе комплексной обработки информации о воздушных объектах в источниках информации (их СОИ) необходимо решать следующие частные задачи комплексной обработки (рис. 2):

- обнаружение воздушных объектов активными (РЛС, МНПК, ОЭС) и пассивными средствами (РР, РТР) освещения воздушной обстановки и разведки кораблей и ЛА тактической группы;

- первичная обработка информации о воздушных объектах: присвоение номера в нумерации СОИ источника, определение типа объекта, его координат и классификационных признаков. Для пассивных средств освещения обстановки необходимо производить оценку дальности от носителя этого средства до излучающего объекта (с помощью эффекта Доплера по энергетическому потенциалу излучения методом триангуляции при наличии обмена между пространственно удаленными носителями средств обнаружения данными об объекте и другими способами). Первичную обработку информации о воздушных объектах, обнаруженных средствами корабельных ЛА, необходимо выполнять в бортовой (на борту ЛА) СОИ;

- вторичная обработка информации о воздушных объектах в СОИ источников (определение параметров движения) для активных средств (РЛС, ОЭС, МНПК). Для информации о воздушных объектах, обнаруженных средствами корабельных ЛА, вторичную обработку необходимо производить в специальной корабельной СОИ;

- третичная обработка информации о воздушных объектах в СОИ источников – классификация воздушных объектов по выявленным классификационным признакам. Под классификацией понимается отнесение воздушного объекта к тому или иному классу ЛА по выявленным классификационным признакам. Третичную обработку информации о воздушных объектах, обнаруженных средствами корабельных ЛА, также необходимо осуществлять в специальной корабельной СОИ;

- передача в БИУС корабля информации о воздушных объектах (номера воздушного объекта в нумерации СОИ источника, времени последнего обновления информации, координат, параметров движения (при наличии), списка возможных классов для каждого воздушного объекта), полученной в СОИ источников в результате обработки.

Классификация воздушных объектов, обнаруженных РЛС, средствами РТР и РР кораблей и ЛА тактической группы, является важным этапом в задаче комплексной обработки информации о воздушной обстановке.

По результатам классификации воздушного объекта из справочной базы данных о ЛА можно получить его тактико-технические характеристики. В [3, 4] рассмотрено несколько подходов к процессу классификации воздушных объектов, обнаруженных корабельными РЛС, основанных на сравнении значений классификационных признаков, использовании кластерного анализа и искусственных нейронных сетей.

Наличие полной информации по каждому обнаруженному воздушному объекту позволяет повысить обоснованность, своевременность и достоверность принятия решений и непосредственного управления оружием и техническими средствами корабля.

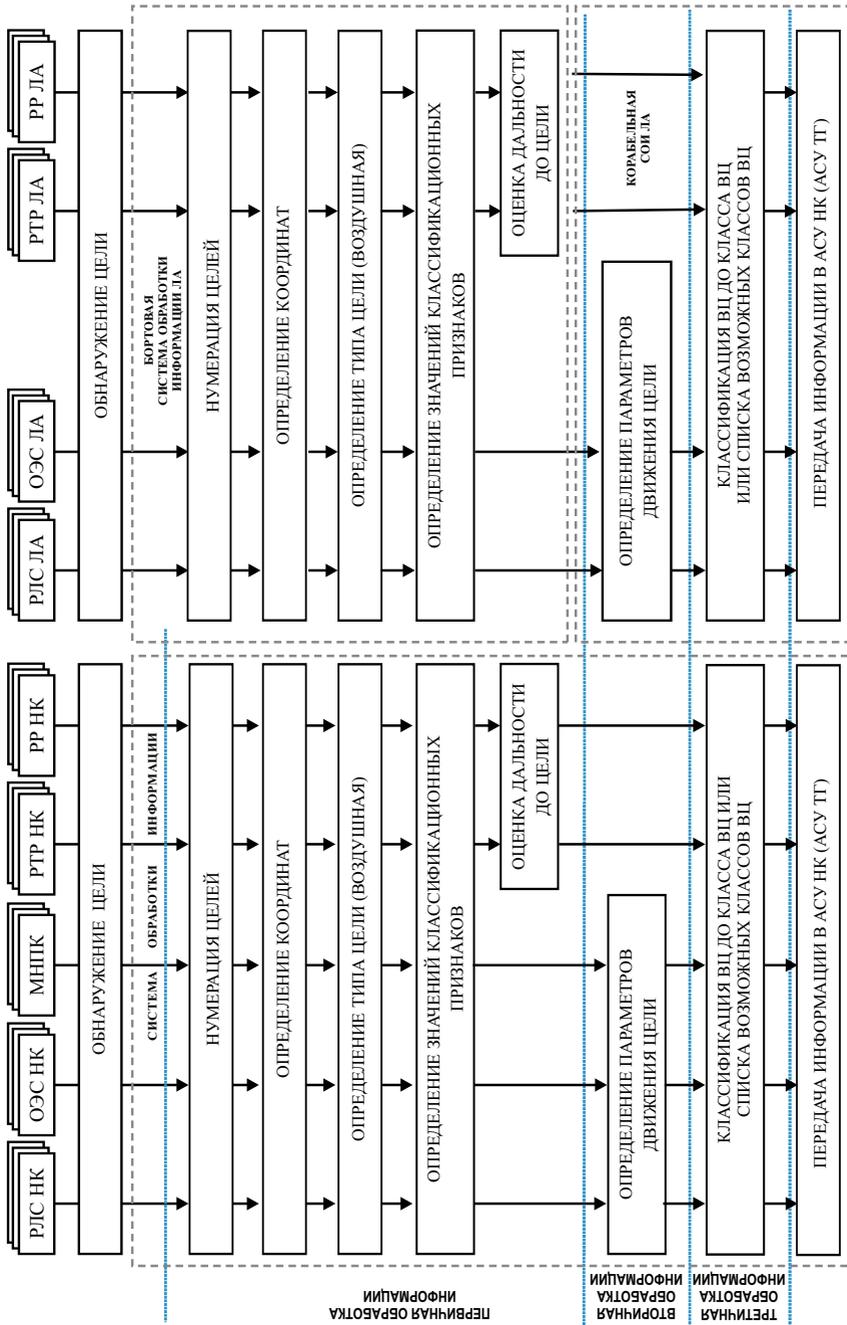


Рис. 2. Решение частных задач комплексной обработки информации о воздушных объектах в источниках информации и их СОИ

Отождествление и объединение в БИУС корабля и АСОИУ ТГ на последующих этапах комплексной обработки информации о воздушных объектах, обнаруженных корабельными РЛС обнаружения воздушных объектов (ОВО), средствами РТР и РР, позволяет повысить вероятность правильной классификации воздушных объектов.

Для классификации и отождествления ВЦ может быть использована система классификационных признаков, приведенная в таблице.

На следующих уровнях комплексной обработки информации в БИУС кораблей тактической группы предполагается выполнение следующих действий:

- получение информации о воздушных объектах от корабельных СОИ, средств системы освещения обстановки (СОО) флота и системы морской космической разведки и целеуказания (МКРЦ);

- отождествление информации о воздушных объектах, обнаруженных различными источниками информации корабля, ЛА корабля, средствами СОО флота и системой МКРЦ;

- объединение информации об отождествившихся воздушных объектах и присвоение единой нумерации воздушным объектам в рамках единого информационного поля (ЕИП) корабля (для БИУС кораблей ТГ) и ЕИП ТГ (для АСОИУ ТГ);

- передача информации обо всех воздушных объектах (отождествившихся и неоттождествившихся) в БИУС кораблей ТГ и АСОИУ ТГ;

- прием от АСОИУ ТГ информации обо всех воздушных объектах, прошедших комплексную обработку в АСОИУ ТГ (для флагманского корабля – прием информации от БИУС кораблей ТГ, прошедшей комплексную обработку в них);

- передача на корабельные ЛА информации обо всех воздушных объектах, прошедших комплексную обработку в БИУС НК;

- отождествление и объединение информации о воздушных объектах, прошедших комплексную обработку в АСОИУ ТГ, с воздушными объектами, прошедшими комплексную обработку в БИУС кораблей тактической группы;

- поиск в базе данных (справочной) и отображение справочной информации по распознанным воздушным объектам;

- использование информации о воздушной обстановке, полученной в результате комплексной обработки, в задачах прогнозирования, оценки эффективности и планирования;

- для АСОИУ ТГ: передача в АСУ вышестоящих командных пунктов информации обо всех воздушных объектах, прошедших комплексную обработку в АСУ ТГ (для создания ЕИП ВМФ).

Отождествление целей, обнаруженных имеющимися средствами, которые являются источниками информации различных типов, предлагается решать по отдельности для каждой пары источников (рис. 3).

Отдельно следует отождествлять цели, обнаруженные активными и пассивными средствами. В результате отождествления получаются следующие множества целей:

Система классификационных признаков для классификации и отождествления воздушных целей

Средство обнаружения цели	Классификационные признаки цели	Параметры для отождествления цели с целями, обнаруженными средствами того же типа	Параметры для отождествления цели с целями, обнаруженными средствами другого типа
РЛС ОВО	тип (ВЦ); эффективная площадь рассеивания (ЭПР); скорость, высота; признак государственного опознавания цели	тип (ВЦ); ЭПР; пеленг; дальность; курс; скорость; высота; признак государственного опознавания цели	тип (ВЦ); пеленг; величина изменения пеленга (ВИП); дальность; список возможных классов ЛА (Ω)
ОЭС	фотопортрет цели; видеопортрет цели; портрет теплового излучения цели	фотопортрет цели; видеопортрет цели; широта (Φ) и долгота (λ) цели, переведенные в пеленг и дальность от носителя ОЭС до цели; портрет теплового излучения цели	пеленг; ВИП; дальность; Ω
РТР	параметры излучения РЛС цели: f, F, τ, P , скорость вращения антенны	пеленг; ВИП; оценка дальности (ОД) излучающей цели; параметры излучения РЛС цели: f, F, τ, P , скорость вращения антенны	пеленг; ВИП; ОД; Ω
РР	несущая частота (f); вид модуляции; позывной цели	пеленг; ВИП; ОД, несущая частота (f); вид модуляции; позывной радиопередающей цели	пеленг; ВИП; ОД; Ω
МНПК (АДРМ)	номер борта ЛА, определяющий класс ЛА = Ω	номер борта ЛА	пеленг; ВИП; дальность; Ω

– множество тождественных целей, обнаруженных активными средствами, с известными координатами, параметрами движения и списком возможных классов, которым может принадлежать цель;

– множество тождественных целей, обнаруженных пассивными средствами, с известными пеленгами и списком возможных классов, которым может принадлежать цель.

Затем необходимо отождествить цели из обоих списков. В корабельных БИУС, принятых на вооружение ВМФ России, задача отождествления и объединения информации о целях, обнаруженных однотипными активными средствами, уже решается [1, 4]. Задача отождествления целей, обнаруженных двумя пассивными источниками, и задача отождествления целей, обнаруженных активным и пассивным источниками, решаются одинаково: в фоновом режиме постоянно при поступлении новой информации о целях от обоих источников. Сначала сравниваются значения пеленгов каждой пары целей, обнаруженных двумя разными источниками. Такое отождествление целей по пеленгу производится с использованием формулы Байеса в результате неоднократного сравнения пеленгов целей в течение определенного промежутка времени, необходимого для принятия решения о тождественности или нетождественности пеленгов целей и величин их изменения [5].

При принятии решения о тождественности целей по пеленгу проверяется возможность пересечения списков классов, которым могут принадлежать тождественные по пеленгу цели. Если списки классов не пересекаются, то должно приниматься решение о нетождественности этих двух целей. Если же пересечение списков классов имеется, то для принятия решения о тождественности целей сравниваются оценки дальности этих целей [6].

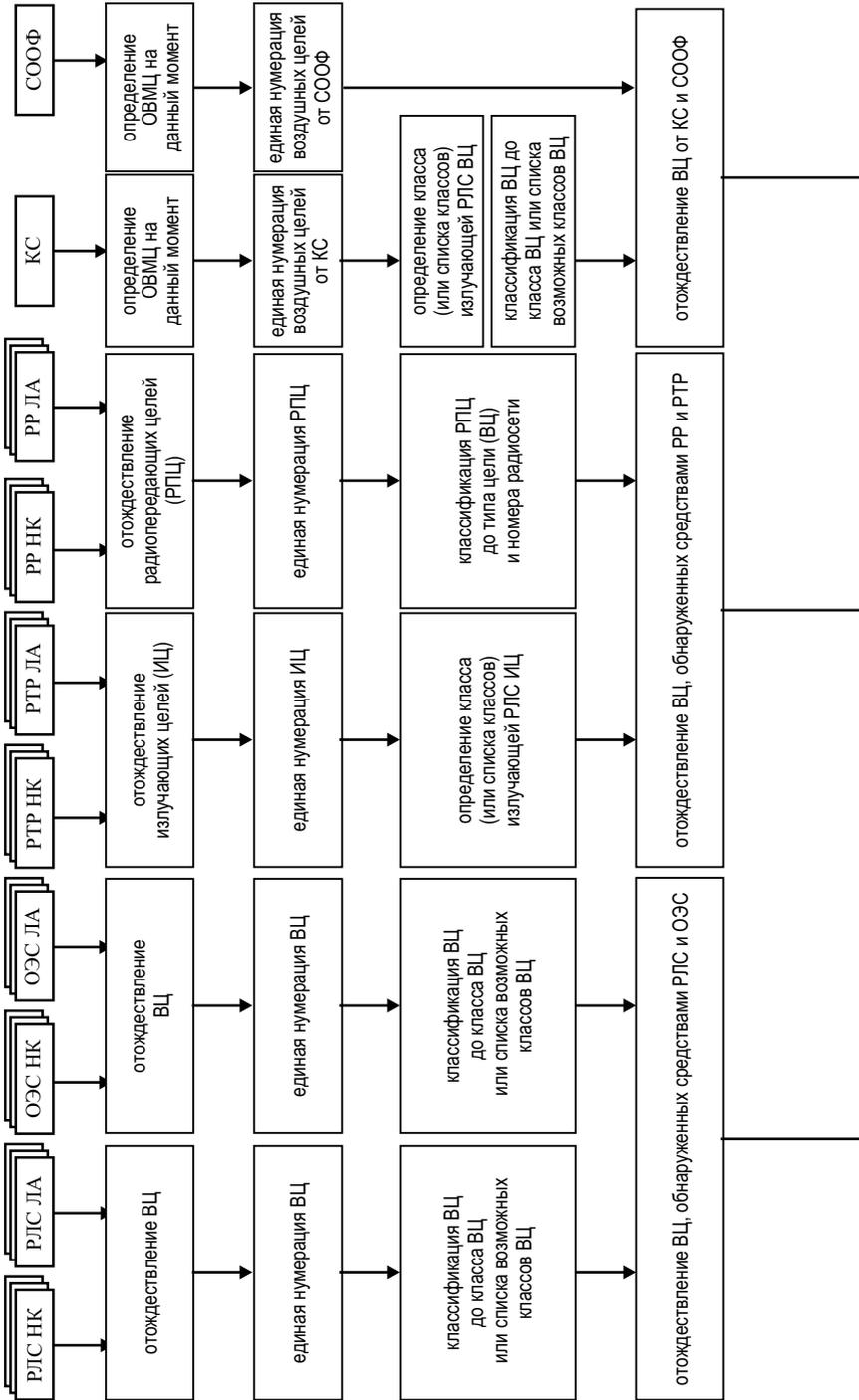
Для исключения возможности неоднозначного отождествления целей предлагается использовать Венгерский метод в совокупности с критерием Вальда, как уже апробированный в задачах отождествления целей, обнаруженных активными радиоэлектронными средствами (РЭС), в существующих корабельных БИУС.

Решение задачи отождествления целей позволит объединять информацию о тождественных целях путем присвоения отождествленной цели координат и параметров движения той из отождествившихся целей, у которой эти параметры определены с наименьшей ошибкой и большей достоверностью.

Список классов отождествленных целей формируется путем объединения списков классов отождествившихся целей. Наиболее вероятным классом, к которому принадлежит отождествленная цель, является класс, принадлежащий пересечению списков классов отождествившихся целей.

В [6] подробно рассмотрен способ решения задачи отождествления по пеленгу целей, обнаруженных корабельными средствами освещения обстановки и разведки. Решение задачи объединения информации о тождественных целях повысит полноту, достоверность информации о целях и вероятность их правильной классификации.

Таким образом, решение задачи отождествления целей, обнаруженных разнотипными СОО и разведки, является актуальным при создании полной и достоверной



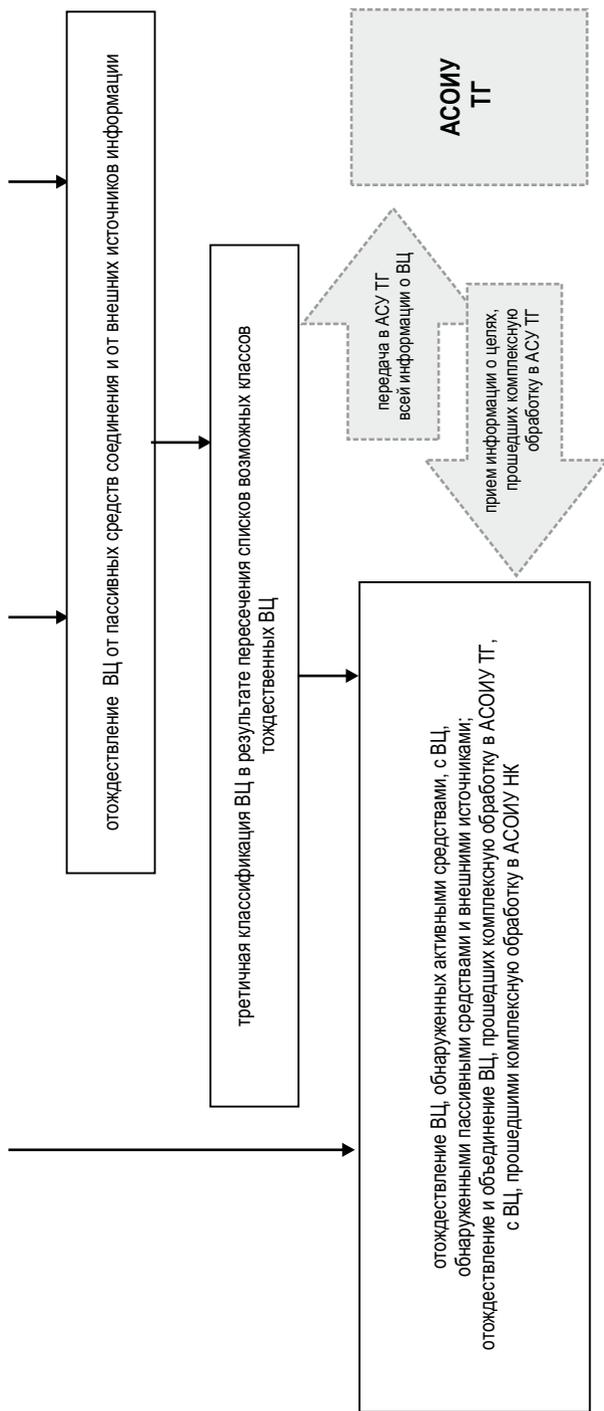


Рис. 3. Решение частных задач комплексной обработки информации о воздушных объектах в БИУС кораблей тактической группы

модели тактической обстановки в корабельных АСОИУ (БИУС). В СОИ СОО и разведки до отождествления целей должна решаться задача их классификации до списков возможных классов на основании выявленных классификационных признаков с использованием баз данных соответствия классификационных признаков различным классам целей.

Предлагаемый метод позволяет решать в корабельной БИУС задачу комплексной обработки информации о воздушной обстановке практически автоматически. В результате постоянного (фонового) решения задачи комплексной обработки информации об обстановке станет возможным автоматизированное решение в БИУС задач распознавания и прогнозирования развития тактической ситуации в контролируемом районе.

Автоматическая передача в масштабе реального времени полученной в результате комплексной обработки полной информации о целях из БИУС каждого корабля в АСУ более высокого уровня позволит создать достоверное оперативно обновляемое ЕИП ВМФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перспективы комплексной обработки информации о надводной и воздушной обстановке на соединении надводных кораблей / А.А. Грехов [и др.] // Морская радиоэлектроника. – 2004. – № 2 (8).
2. Чирков В.В. Единое информационно-управляющее пространство ВМФ – современная технология информационного превосходства над противником в вооруженной борьбе на море // Морская радиоэлектроника. – 2012. – № 4 (42). – С. 6–7.
3. Буров С.А., Грехов А.А. Некоторые подходы к классификации воздушных объектов, обнаруженных корабельными радиолокационными станциями // Морская радиоэлектроника. – 2013. – № 4 (46). – С. 38–42.
4. Буров С.А., Грехов А.А. Сравнительный анализ подходов к классификации воздушных объектов, обнаруженных корабельными радиолокационными станциями // Сборник трудов Всероссийской научно-теоретической конференции «Проблемы развития политехнического образования». – СПб. : ВМПИ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», 2013.
5. Грехов А.А., Демьшев Ю.В. Отождествление целей от разнотипных источников с использованием формулы Байеса // Сборник материалов 17-й МНТК. – СПб. : ВМИРЭ, 2006.
6. Буров С.А., Грехов А.А., Киваев И.Н. Отождествление по пеленгу целей, обнаруженных различными средствами освещения обстановки и разведки, установленными на одном объекте // Сборник трудов 24-й МНТК. – СПб. : ВМПИ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», 2013.