

**АЛГОРИТМ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ
СОВМЕСТНОЙ ОБРАБОТКИ КООРДИНАТНОЙ ИНФОРМАЦИИ
ОБ ИЗЛУЧАЮЩИХ ОБЪЕКТАХ ПО ДАННЫМ АКТИВНЫХ И ПАССИВНЫХ
СРЕДСТВ НАБЛЮДЕНИЯ**

Калюжный Н.М.¹, Смилык В.И.¹, Белаш М.В.², Романенко В.В.²

¹Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, пр. Ленина, 14,
т. (+38) 057-702-11-38, E-mail: monitoring@kture.kharkov.ua

²Харьковский университет Воздушных Сил, г. Харьков, ул. Сумская, 77/79,
E-mail: knm9@ukr.net

The developed algorithm and possibilities of joint treatment software of co-ordinate and trajectory information is about radiating objects in the real time from data of the spatially-distributed radio-locations, radio- and radio engineering facilities of supervision. It is led decided by this problem algorithm and the procedures realized by software. It is grounded, that by joint treatment and association of co-ordinate and signal information from different facilities of supervision attachment of radiating sources is provided the objects which they are based on, and exactness of the co-ordinate and trajectories measuring rises.

Введение. Современный уровень развития и использования активных радиоэлектронных средств (РЭС) на объектах воздушного, космического, наземного, морского базирования предоставляет существенные возможности для существующих и перспективных систем наблюдения в получении наиболее полной информации о состоянии, решаемых задачах, местонахождении, классе (типе) объектов наблюдения в масштабе времени, близком к реальному [1]. При этом система наблюдения должна решать следующие основные задачи:

- сбор и обработка радиолокационной, радио- и радиотехнической информации о наблюдаемых объектах;
- распознавание типов РЭС, режимов их работы, классов (типов) их носителей;
- определение местоположения объектов, завязку и сопровождение траекторий их движения;
- отображение полученной информации об объектах наблюдения и выдачу ее потребителям.

Задачей исследования является разработка и проверка функционирования алгоритма и программного обеспечения совместной обработки координатной информации об излучающих объектах в разнесенной системе по данным, получаемым радиолокационными, радио- и радиотехническими средствами наблюдения.

Основная часть. Для решения задачи координатной и траекторной обработки информации об излучающих объектах разработан алгоритм, работающий в режиме реального времени (рис. 1) и выполняющий следующие функции:

- выбор из баз данных по всем обнаруженным объектам (источникам излучения) необходимых для координатной обработки данных, полученных от средств наблюдения;
- извлечение необходимых для координатной обработки данных по средствам наблюдения, выдавшим информацию об излучающих источниках (объектах);
- идентификация факта обнаружения по всему информационному потоку одного и того же объекта (источника излучения) несколькими однотипными средствами радиолокационного наблюдения (РЛН), радиотехнического наблюдения (РТН) и радионаблюдения (РН);
- отождествление измеренных координатных и сигнальных параметров по каждому типу средств (РЛН, РТН, РН) и каждому средству наблюдения, выявление признаков движущихся объектов (источников излучения) и завязка их траекторий;

– сглаживание траекторий подвижных объектов (источников излучения) путем фильтрации их координат;

– межтиповое (РЛН-РТН-РН) отождествление координатной и сигнальной информации по каждому объекту (источнику излучения);

– запись результатов координатной обработки в специальные динамические таблицы.

Алгоритм реализован в виде программного модуля, работа которого начинается после ввода оператором (из статических таблиц базы данных типовых средств наблюдения) в соответствующие окна панели доверительных интервалов визуальной формы, представленной на рис. 2, координат средств наблюдения и точностных характеристик измерения параметров излучений. После

этого осуществляется запуск алгоритма и реализуется процедура переноса информации в соответствующие ячейки таблиц неотображаемой формы отождествления. Данная форма содержит шесть таблиц (три основные и три вспомогательные) для записи информации, поступающей от средств радиолокационного, радиотехнического и радионаблюдения соответственно.

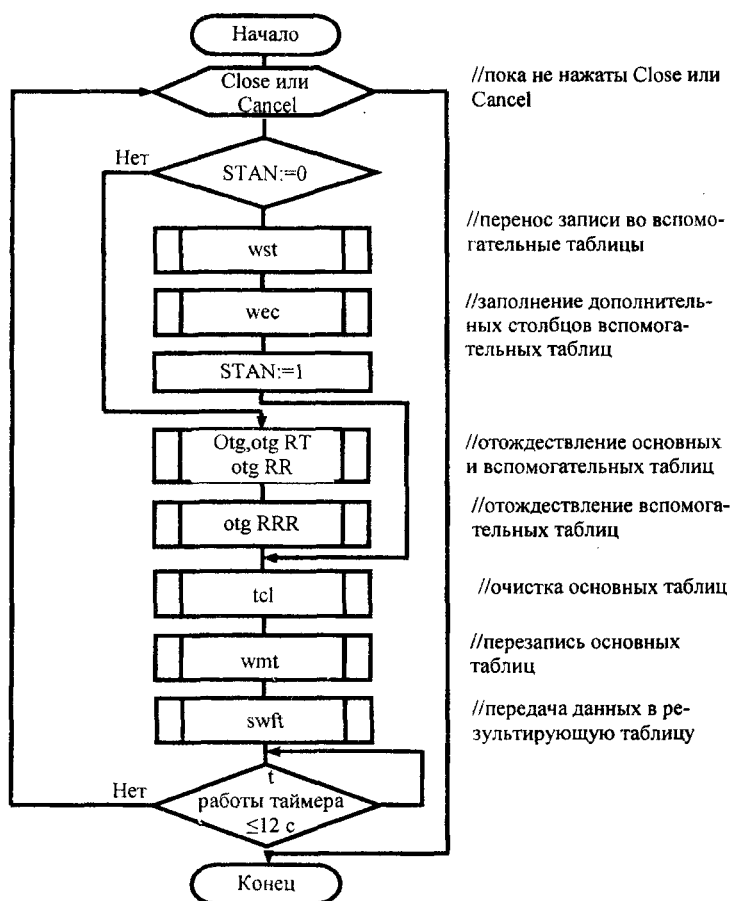


Рис. 1

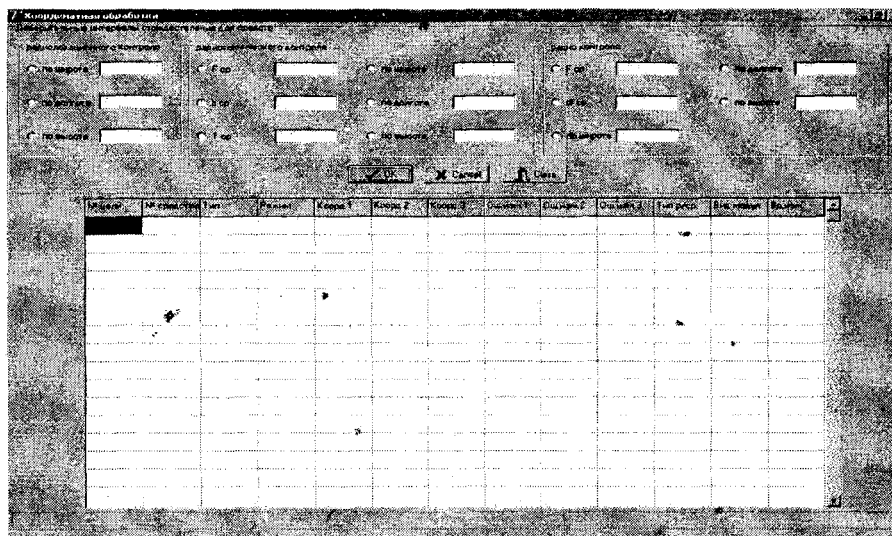


Рис.2

Основным управляющим элементом программы является таймер, запускаемый на непрерывное срабатывание после первого заполнения основных таблиц неотображаемой формы с интервалом поступления входных информационных пакетов 12-30 секунд.

По первому срабатыванию таймера в каждой из основных таблиц (ОТ) запускается процедура проверки на наблюдение различными однотипными средствами одного и того же объекта. Для проверки на наблюдение различными средствами одного и того же объекта информационные записи (данные) от средств РЛН сравниваются по времени (разность не более 30 секунд) и по координатам. Для данных от средств РТН помимо указанных параметров используется идентификация источников излучения по типу, частоте, периоду повторения и длительности импульса, а для средств РН – по типу, частоте, виду модуляции, ширине спектра сигнала. В случае выявления таких записей из каждой таблицы удаляется строка, соответствующая средству с худшими точностями измерения. По окончании проверок содержимое каждой из ОТ переписывается в соответствующие вспомогательные таблицы (ВТ). Основные таблицы очищаются.

По второму срабатыванию таймера осуществляется заполнение ОТ из базы данных и реализуется уже описанная процедура проверки на наблюдение одной и той же цели. Далее по соответствующим парам ОТ и ВТ (РЛН-РЛН, РТН-РТН, РН-РН) запускаются процедуры отождествления записей измеренных координат для каждого типа на основе известных методов отождествления координат, изложенных, например, в [2].

Рассмотрим работу данной процедуры для случая отождествления координат РЛН-РЛН. Из ОТ выбирается строка и сравнивается со всеми строками ВТ. Если тип средства наблюдения совпадает и время измерения строки ОТ более позднее, чем во ВТ, то производится расчет скоростей изменения координат подвижной цели и запись их в соответствующую строку ВТ. В поле «Признак траектории» заносится цифра 2 (признак расчета скорости изменения координат) и в соответствующие ячейки ВТ переписываются значения строки ОТ. В ОТ данная строка удаляется и процедура повторяется со следующей записью. По окончании процедуры отождествления строк все записи, оставшиеся в ОТ, переписываются во ВТ после последней записи подвижного источника. Если при этом ВТ заполнена полностью, то строки ОТ и ВТ сравниваются по времени измерения. При разнице времени больше 60 секунд строка во ВТ заменяется строкой ОТ.

Процедуры отождествления координат РТН-РТН и РН-РН аналогичны описанной выше со следующими отличиями: для случая РТН-РТН разница времени замены строк во ВТ строками из ОТ составляет 120 секунд, а для РН-РН – 240.

По третьему и последующим срабатываниям таймера в программу отождествления добавляется процедура «скользящего» сглаживания координат на основе α , β -алгоритма, которая запускается для отождествленной строки ОТ, при условии наличия в тождественной строке ВТ признака «2» в поле «Признак траектории». По окончании ее работы в соответствующие ячейки ВТ заносятся сглаженные координаты объекта и соответствующим образом сглаженные значения ошибок измерения координат.

Существенную трудность при сопровождении движущихся объектов наблюдения представляет сопровождение аэродинамических объектов, совершающих непредвиденный маневр. В связи с этим по критериям минимальной суммарной ошибки сглаживания и экстраполяции в зависимости от значения интенсивности маневра цели ρ проведена оптимизация α , β -алгоритма скользящего сглаживания при фильтрации недетерминированных траекторий. Проведенное моделирование показало, что фильтрация траекторий α , β -фильтром «скользящего» сглаживания с оптимальными коэффициентами передачи в зависимости от интенсивности маневра ρ позволяет повысить точность траекторных измерений более чем в 4 раза.

Полученные результаты позволяют обеспечить адаптивность фильтра скользящего сглаживания в смысле выбора оптимальных коэффициентов сглаживания на различных участках фильтруемой траектории в зависимости от величины расхождения экстраполируе-

мых и измеряемых значений фильтруемой координаты, т.е. в момент обнаружения начала маневра аэродинамического объекта.

После отработки процедур отождествления координат, измеренных однотипными средствами наблюдения (РЛН-РЛН, РТН-РТН, РН-РН), начиная со второго срабатывания таймера осуществляется запуск процедуры межтипového отождествления координат (РЛН-РТН-РН). Отождествление осуществляется на уровне ВТ. Первыми отождествляются записи таблиц РЛН и РТН. Данное предварительное отождествление проводится с использованием известных методов обработки сигнальной и координатной информации в системах пассивной локации [3].

Сначала считывается время радиолокационного измерения и определяется разница между моментами радиолокационного и радиотехнического измерения. Далее для подвижной цели (цели с ненулевыми скоростями изменения координат) осуществляется пересчет измеренных радиолокационных координат к моменту времени радиотехнического измерения координат. Для неподвижного объекта данный шаг пропускается. Затем осуществляется сверка соответствующих координат с учетом их доверительных интервалов. В случае отождествления происходит перезапись из вспомогательной таблицы РТН во вспомогательную таблицу РЛН значений полей «Тип» и «Режим», а также удаление отождествленной строки из вспомогательной таблицы РТН.

Аналогично происходит отождествление вспомогательных таблиц РТН и РН с последующей перезаписью в вспомогательную таблицу РЛН значений полей «Тип» и «Вид модуляции».

Последней в такте таймера запускается программа последовательной перезаписи строк вспомогательных таблиц РЛН, РТН и РН в результирующую таблицу основной визуальной формы (рис. 2) программного модуля.

Выводы. Разработанные алгоритмы и программное обеспечение совместной обработки координатной информации от пространственно-распределенных активных и пассивных средств наблюдения обеспечивают отождествление измеренных координатных и сигнальных параметров по каждому типу (РЛН, РТН, РН) и каждому средству наблюдения, выявления признаков движущихся объектов (источников излучения) и завязки их траекторий, сглаживание траекторий подвижных объектов (источников излучения) путем фильтрации их координат и межтипového (РЛН-РТН-РН) отождествление координатной и сигнальной информации по каждому объекту (источнику излучения). При этом за счет объединения координатной и сигнальной информации обеспечивается привязка излучающих источников к объектам, на которых они базируются, и повышаются точности координатных и траекторных измерений.

Литература:

1. Калужный Н.М., Смилык В.И., Николаев И.М., Колесник В.И. Опыт разработки экспертной системы распознавания источников радиоизлучений и радиоизлучающих объектов для системы пространственно-распределенных разнотипных средств наблюдения и предложения по ее дальнейшему совершенствованию. // Актуальные вопросы и организационно-правовые основы сотрудничества Украины и КНР в сфере высоких технологий // Материалы V Международной научно-практической конференции- К.: КиевЦН-ТЭИ, 2008, с-105-111.
2. Кузмин С.З. Основы теории цифровой обработки радиолокационной информации. – М.: «Сов. радио», 1974. – 432 с.
3. Алмазов В.Б. Методы пассивной радиолокации/ Учебное пособие. – Х.: Изд. академии, 1974. – 86 с.