

# **ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ОБНАРУЖЕНИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЯ НА ПРОХОДЕ ВОЗДУШНЫХ ЦЕЛЕЙ ДЛЯ БОРТОВОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ В СОСТАВЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ C++**

*Званцов Р.Г., студент*

*Государственное унитарное предприятие  
«Центр радиотехники Национальной Академии Наук Беларуси»*

*Климов С. М. – ст. препод. каф. ИСиТ*

Данная работа является частью комплекса, предназначенного для ведения работ по исследованию функциональных возможностей исследования сигнала, вырабатываемого бортовой радиолокационной станцией заранее определённой конструкции в различных условиях. Разрабатываемые модули предназначены для выделения траектории полёта одной или нескольких целей на основании сигнала, полученного антенной в режиме сопровождения на проходе.

Разрабатываемое в данном проекте программное средство является не функционирующей в составе бортового локационного комплекса системой реального времени, но частью тестового комплекса для исследования поведения радиолокационной системы. Таким образом, основным фокусом разработки является не эвристическая оптимизация отдельных принципов, но точный расчёт и документирование получаемых промежуточных результатов. Основные логические процессы можно разделить на модуль обнаружения и измерения целей и модуль сопровождения на проходе.

Модуль обнаружения предназначен для выявления превышения принятым сигналом автоматически формируемого порога шума, и, в случае его наличия, выбора наиболее правдоподобных данных из полученных в данном секторе, измерения на их основе траекторных параметров гипотетической цели и передачи их на модуль сопровождения на проходе. Входными данными модуля обнаружения являются принятый антенной бортовой радиолокационной станции (БРЛС) сигнал в основном и компенсационном каналах на вертикальной либо горизонтальной поляризации, синхронизационные импульсы и сформированный зондирующий сигнал. Выходными данными являются траекторные отметки, содержащие полярные координаты цели, соотношение сигнал/шум в кадре обнаружения данной цели и однозначную скорость её сближения с носителем. Алгоритм обеспечивает возможность моделирования работы БРЛС в режиме обзора на высокой частоте повторения (ВЧП) и средней частоте повторения (СЧП), обнаружения наблюдаемых целей, измерения угловых координат, радиальной скорости и дальности на ВЧП и СЧП.

В режиме ВЧП (используется для целей с отрицательной радиальной скоростью), в рамках нескольких последовательных отрезков сигнала различной частоты разница в измеренном дискрете дальности между пачками обнаружения и измерения используется для определения расстояния до цели частотным методом. Часть излучаемых БРЛС зондирующих сигналов имеет константную несущую частоту, часть – линейно возрастающую с определённым шагом. Сигнал модулируется по длительности импульса. Скорость цели при этом измеряется доплеровским методом.

В режиме СЧП (используется для целей с положительной радиальной скоростью), функциональная скорость и расстояние измеряются нониусным методом. Излучаемый БРЛС сигнал однороден по несущей частоте и модулируется по периоду повторения. И длительности импульса.

Соотношение полезного сигнала к шуму принимаемого сигнала увеличивается за счёт применения алгоритмов подавления активных помех, весовой обработки угловых лепестков сигнала и последующего когерентного накопления.

При работе комплекса в режиме сопровождения на проходе антенна БРЛС непрерывно патрулирует заранее заданную относительно направления носителя область по азимуту и углу места с константным шагом, как указано на рис. 1.

Для накопления статистической информации и соответствующего улучшения качества извлекаемой информации о цели и предсказания её поведения, измеренные данные объединяются в траектории. Модуль сопровождения на проходе предназначен для приёма отметок от модуля обнаружения, их ассоциации в одну либо несколько траекторий с последующей фильтрацией данных на основе предыдущей траекторной информации, оценки потенциальной опасности траектории и предоставления выходных данных в удобном для дальнейшей обработки виде.

В целях ассоциации единичных радиолокационных отметок в траектории движения применяются методы стробирования и экстраполяции. Суть механизма формирования траектории заключается в ассоциации точек на основании признака их попадания в диапазон значений, возможных в качестве следующей итерации траектории исходя из предыдущих значений траектории и промежутка времени, прошедшего с последней ассоциации. Во избежание переполнения памяти устаревшими траекториями, в алгоритм добавлен механизм сброса, который при отсутствии у траектории отождествления на протяжении некоторого заранее установленного числа итераций подряд удаляет данную траекторию.

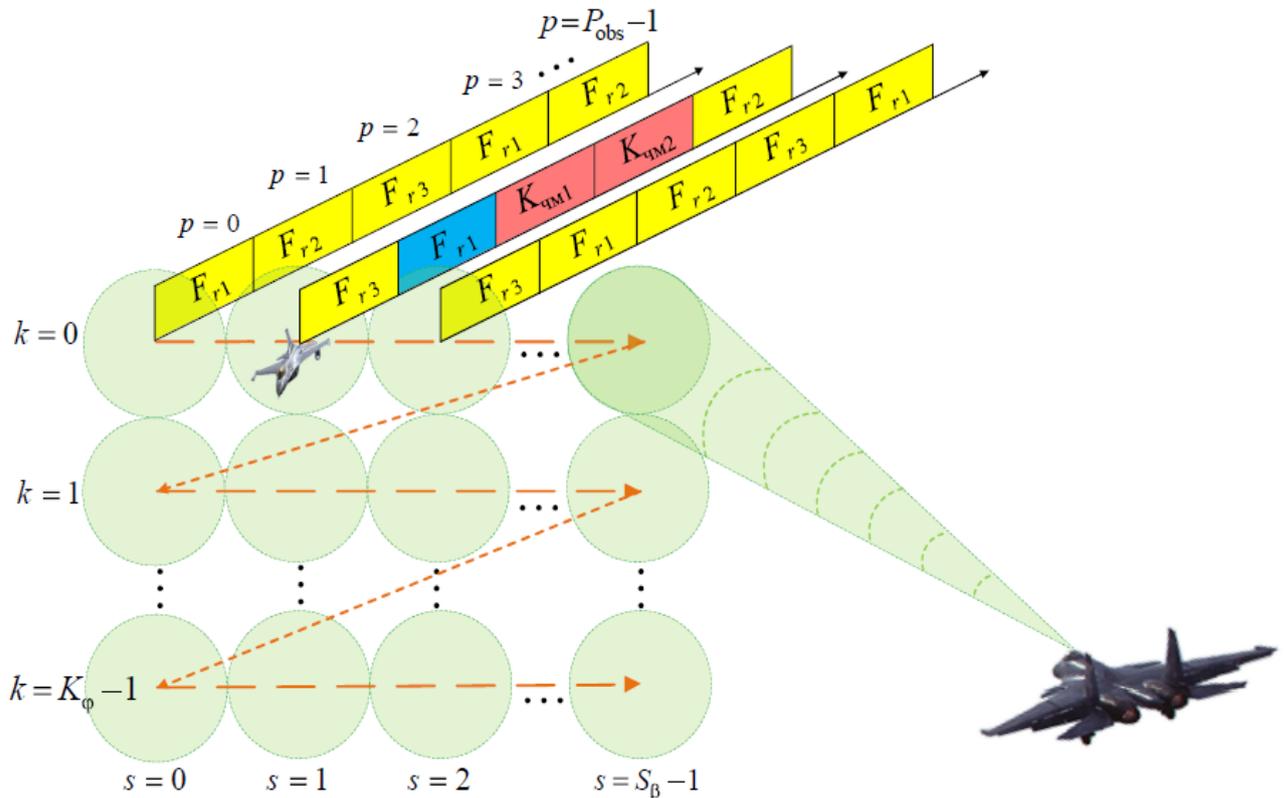


Рисунок 1 – Механизм дискретного перемещения диаграммы направления антенны бортовой РЛС в режиме сопровождения на проходе.

В случае возможности ассоциации отметки с несколькими существующими траекториями, алгоритм принимает решение на основе сравнения оценок вероятности отождествления и опасности столкновения данных целей.

В качестве инструмента сглаживания погрешностей измерения в алгоритме сопровождения на проходе применяется алгоритм  $\alpha$ - $\beta$ -фильтрации. Подобные алгоритмы являются эффективным средством трассового сопровождения целей в радиолокационных станциях [1].

Таким образом, разрабатываемое программное средство представляет из себя полный самостоятельный инструмент для извлечения из поступающего на БРЛС сигнала траекторной информации и её последующей обработки. Техническим эффектом данной работы является возможность более эффективного исследования математических моделей и реальных образцов радиолокационного оборудования.

**Список использованных источников:**

1. Известия ТулГУ.: Технические науки. 2014. Выпуск. 5 Аль-Сабул Али Хуссейн Хасан, А.Н. Грачев, // Издательство ТулГУ, 2014- 237с. ISSN 2071-6168