

# ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БРЛС УДАРНЫХ САМОЛЕТОВ В УСЛОВИЯХ ПОМЕХОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

А. А. Ростов, Д. А. Рахоцкий

Кафедра авиационных РЭС авиационного факультета Военная академия Республики Беларусь

Минск, Республика Беларусь

E-mail: rda2604@yandex.ru

*В докладе рассматривается математическая модель процессов формирования радиолокационного изображения (РЛИ) БРЛС ударных самолетов, функционирующей в режимах доплеровского обнаружения луча (ДОЛ) и фокусированного синтеза апертуры (ФСА), в условиях приема полезного и помеховых сигналов, разработанные в среде программирования Matlab.*

## ВВЕДЕНИЕ

Анализ боевого применения авиации в локальных войнах и военных конфликтах последних десятилетий показывает, что объем задач, решаемых в ходе нанесения ударов по наземным целям с помощью бортовых радиолокационных станций (БРЛС) ударных самолетов (УС), постоянно увеличивается. В этой связи существует необходимость прикрытия мобильных объектов вооружения и военной специальной техники от БРЛС УС. Основной способ противодействия БРЛС УС это их радиоэлектронное подавление (РЭП) при помощи имитирующих помех.

Ввиду значительной сложности объекта радиоэлектронного подавления – радиолокационной станции с синтезом апертуры антенны – возможности аналитического исследования процесса помехопостановки ограничиваются наиболее общими результатами. Так, например, с использованием аналитических подходов могут быть количественно оценены важные энергетические соотношения, а также параметры излучаемых помех, необходимые для имитации ложной целевой обстановки с заданными координатами относительно объекта прикрытия.

Формируемое в результате воздействия помех радиолокационное изображение, а также конечные показатели эффективности с заданными точностными и доверительными характеристиками могут быть получены только на основе имитационного математического моделирования процесса функционирования БРЛС УС в условиях помехопостановки. Имитационная математическая модель, как главный инструмент получения наиболее полной информации об объекте исследования характеризуется:

- возможностью учета множества разноплановых факторов, влияющих на процесс картографирования: геометрических, кинематических, метеорологических и т.д.;
- возможностью использования существенно нелинейных зависимостей, характеризующих поведение объекта исследования с достаточной высокой адекватностью;

- возможностью анализа эффективности моделируемой системы в широком диапазоне условий ее боевого применения;
- возможностью проведения факторного анализа для оптимизации структуры и параметров объекта исследования с целью повышения эффективности разрабатываемой аппаратуры.

## I. ПРИНЦИП ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БРЛС УС

Принцип работы БРЛС с синтезированной апертурой, основан на формировании узкого луча по азимуту некоторой искусственной апертурой, возникающей вследствие движения самолета-носителя, с записью сигналов и последующей их когерентной обработкой.

Алгоритм формирования радиолокационного изображения (РЛИ) (рисунок 4) включает согласованную обработку траекторного сигнала (внутрипериодную обработку каждого импульса и межпериодную обработку пачки импульсов), спектральный анализ сигнала, принятого в течении времени синтезирования апертуры, вычисление модуля сигнала в каждом фильтре и некогерентное накопление.

## II. РЭП БРЛС УС ПРИ ПОМОЩИ ИМИТИРУЮЩИХ ПОМЕХ

Формирование имитирующих помех БРЛС УС основано на принципах ретрансляции полезного сигнала с наделением дополнительной частотно-фазовой модуляцией.

Дополнительная частотно-фазовая модуляция, осуществляемая в блоке цифровой модуляции сигнала, оказывает воздействие на пространственно-временную структуру траекторного сигнала БРЛС УС, что в свою очередь приводит к появлению ложных целей на РЛИ. Управление параметрами частотно-фазовой модуляции помехового сигнала позволяет воздействовать на каналы дальности и азимута и задавать количество целей и их положение по координатам азимут/дальность.

### III. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

В докладе рассматривается имитационная математическая модель функционирования БРЛС ударных самолетов в условиях помехового воздействия, разработанная в среде программирования Matlab. Получаемые в результате моделирования картографические РЛИ в достаточной степени отражают основные характеристики БРЛС УС, в том числе энергетические соотношения и разрешающую способность в азимутальной и радиальной плоскостях.

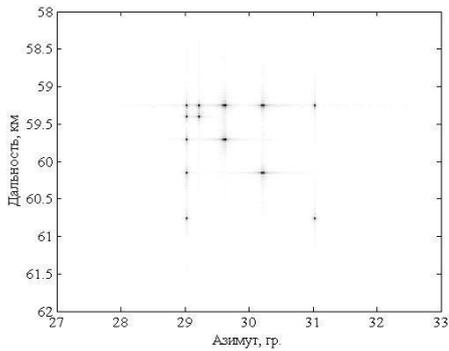


Рис. 1 – РЛИ в режиме ДОЛ, без РЭП БРЛС УС

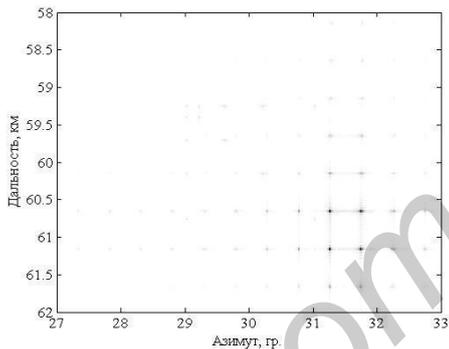


Рис. 2 – РЭП БРЛС УС имитирующими помехами

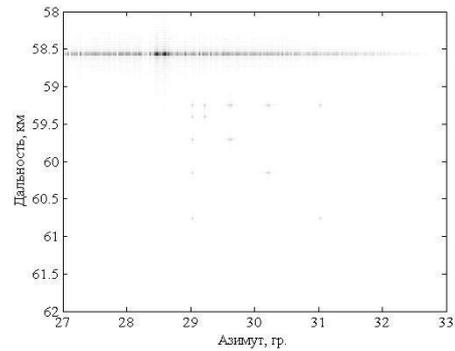
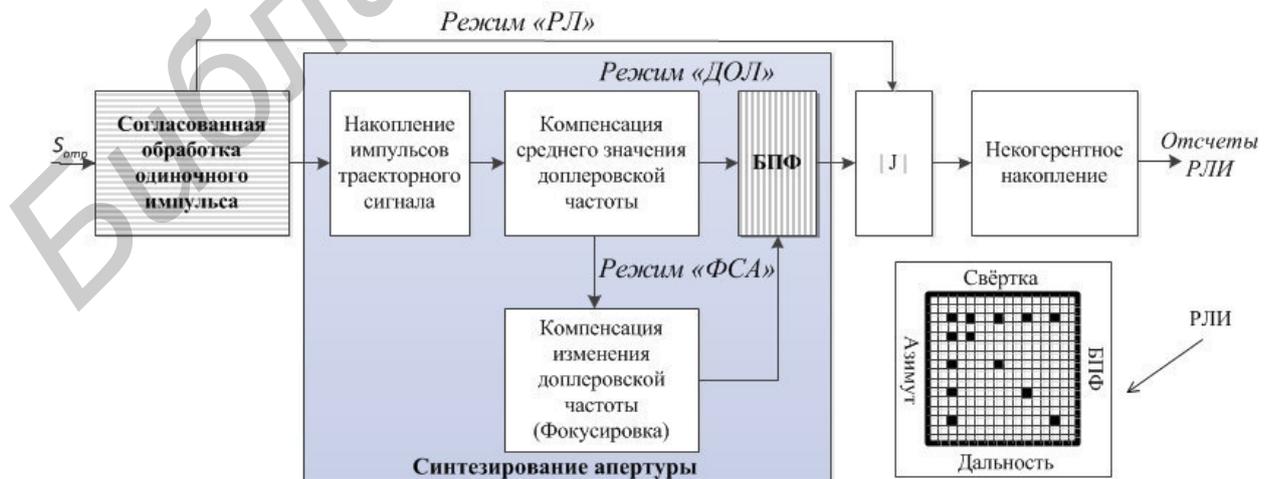


Рис. 3 – РЭП БРЛС УС имитирующими помехами

Представлены результаты моделирования (рис.1-3), которые подтверждают работоспособность и возможность использования представленной имитационной математической модели для решения указанных выше задач.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лапука, О. Г. Анализ и синтез в классе дискретных конечномерных систем: моногр. / О. Г. Лапука, К. К. Пащенко. – Минск: ВА РБ, 2010. – 372 с.
2. Кондратенков, Г. С. Радиовидение. Радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли: учеб. пособие для вузов / Г. С. Кондратенков, А. Ю. Фролов; под ред. Г. С. Кондратенкова. – М.: Радиотехника, 2005. – 368 с.
3. Радиолокационные системы многофункциональных самолетов / под ред. А. И. Канащенкова и В. И. Меркулова. – М.: Радиотехника, 2006. – Т. 1. РЛС – информационная основа боевых действий многофункциональных самолетов. Системы и алгоритмы первичной обработки радиолокационных сигналов. – 656 с.
4. Многофункциональные радиолокационные комплексы истребителей: учеб. пособие для вузов / В. Н. Антипов [и др.]; под ред. В. Н. Лепина. – М.: Радиотехника, 2014. – 296 с.



РЛ – картографирование реальным лучом; ДОЛ – доплеровское обужение луча; ФСА – фокусированный синтез апертуры

Рис. 4 – Структурная схема алгоритмов обработки траекторного сигнала БРЛС УС