

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

УДК 621.397

Пунчик  
Евгений Павлович

Активный радиолокационный обнаружитель высокоскоростных  
воздушных целей

Автореферат  
на соискание степени магистра технических наук  
по специальности 1-39 81 03 – информационные радиотехнологии

Научный руководитель:  
кандидат технических наук,  
доцент Гринкевич А.В.

Минск  
2020

## КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение защиты различных радиоэлектронных систем от высокоскоростных воздушных объектов (ВО), таких как противорадиолокационных ракет и управляемых авиационных бомб, напрямую связано с решением задачи своевременного обнаружения этих ВО при их приближении к радиолокационной станции или любому другому радиотехническому средству. Эта задача наилучшим образом может быть решена путем анализа существующих систем, выбора требуемого диапазона работы системы обнаружения высокоскоростных воздушных объектов (СОВО) с учетом характеристик и способов применения ВО.

Решение задачи обнаружения напрямую связано с определением зоны действия СОВО. Несмотря на большое количество открытых публикаций, связанных с решением данной задачи, вопрос выбора предпочтительного с практической точки зрения диапазона работы обнаружителя и расчет характеристик обнаружения, измерения и распознавания типов ВО является актуальной задачей.

Задачей магистерской диссертации является:  
анализ существующих систем обнаружения ВО;  
разработка методики расчета характеристик обнаружения и измерения, параметров ВО и определение на их основе зоны действия СОВО;  
математическое моделирование зоны обнаружения и расчет характеристик СОВО.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Цель исследования

Целью магистерской диссертации является разработка методики расчета зоны обнаружения и характеристик системы обнаружения высокоскоростных воздушных объектов.

### Объект исследования

Система обнаружения высокоскоростных воздушных объектов.

### Предмет исследования

Характеристики обнаружения и измерения координат и параметров высокоскоростных воздушных объектов.

### Задачи исследования

1. Обзор существующих систем обнаружения и измерения координат и параметров высокоскоростных воздушных объектов.

2. Анализ основных характеристик системы обнаружения высокоскоростных воздушных объектов.

3. Разработка методики расчета основных характеристик системы обнаружения высокоскоростных воздушных объектов.

4. Обоснование общих требований к системе обнаружения высокоскоростных воздушных объектов по результатам математического моделирования.

### Апробация результатов диссертации

Теоретические и практические результаты диссертационных исследований докладывались и обсуждались на 56-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР по темам:

- 1) Значение эффективной отражающей поверхности обнаружителя высокоскоростных воздушных целей
- 2) Алгоритм оценки технического уровня РЛС

### Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики, основной части в составе трех глав, заключения, списка использованных источников и приложения. В первой главе проделан обзор и анализ систем обнаружения высокоскоростных воздушных объектов. Во второй главе рассмотрены основные технические характеристики и параметры подобных систем. В третьей главе разработана методика расчета основных характеристик системы обнаружения высокоскоростных воздушных объектов. Выполнено обоснование общих требований к системе обнаружения высокоскоростных воздушных объектов по результатам математического моделирования в среде программирования Mathcad.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассматриваются обнаружители высокоскоростных объектов, использующих принцип активной локации.

Подробно рассмотрены существующие системы обнаружения высокоскоростных воздушных объектов такие, как:

- 1) комплексное средство защиты РЛС «Газетчик-Е»;
- 2) комплекс активной защиты бронееквивалентов «Арена»;
- 3) комплексы самообороны боевых кораблей «Каштан»;
- 4) зенитный ракетно-артиллерийский комплекс ближнего действия «Панцирь».

Во второй главе рассмотрены основные характеристики системы обнаружения высокоскоростных воздушных объектов.

Рассказано где используются эти системы обнаружения и выполняемые ими функции.

В третьей главе подробно изложены характеристики обнаружения и измерения параметров высокоскоростных воздушных объектов системы обнаружения высокоскоростных объектов и приведены расчеты:

- расчет характеристики обнаружения цели;
- расчет ошибок измерения дальности сопровождаемой цели;
- расчет ошибок измерения азимута (угла места) сопровождаемой цели;
- расчет характеристик обнаружения траектории;
- расчет зоны действия СОВО.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обзор существующих систем обнаружения высокоскоростных воздушных объектов показал, что они способны обнаруживать высокоскоростные объекты любого типа, независимо от времени суток и погодных условий. Установлено, что для обеспечения максимальной дальности обнаружения в СОВО необходимо использовать метровый диапазон длин волн. Это обуславливается тем что, при использовании метрового диапазона резко возрастает ЭОП ВО за счет резонансных свойств отражательных характеристик, а также значительно снижается эффект от применения радиопоглощающих покрытий по технологии stealth.

Анализ требований к обнаружителю активной системы обнаружения высокоскоростных объектов способному обнаруживать ВО определяет необходимость разработки методики, позволяющей рассчитывать ее основные характеристики. Установлено, что основными характеристиками системы обнаружения высокоскоростных объектов являются ее зона обнаружения, время обзора (поиска) заданного сектора поиска или скорость обзора, помехозащищенность, информационные способности (состав и качество выдаваемой РЛИ, разрешающие способности по измеряемым координатам).

Разработана методика, позволяющая выполнять системный анализ характеристик проектируемой СОВО, которая включает в себя следующую последовательность действий:

- расчета характеристики обнаружения цели;
- расчета ошибок измерения дальности сопровождаемой цели;
- расчета ошибок измерения азимута (угла места) сопровождаемой цели;
- расчета характеристик обнаружения траектории;
- расчета зоны действия СОВО.

Практическая проверка разработанной методики позволила обосновать потенциальные характеристики СОВО и путем моделирования проверить правильность выдвинутых предположений по ее облику.

Анализ характеристик обнаружения показывает, что требуемая дальность обнаружения СОВО  $r = 15000$  м при заданных  $D = 0,9$  и  $F = 7,029 \cdot 10^{-3}$  обеспечивается как при наличии внутренних шумов, так и при наличии МО от подстилающей поверхности. В случае постановки активных шумовых помех, для обеспечения необходимой дальности обнаружения наиболее целесообразно реализовать адаптивную перестройку частоты зондирования СОВО.

Результаты расчетов ошибки измерения дальности в условиях отсутствия активных шумовых помех при скоростях цели от 250 до 750 м/с не превышает

20 м. При постановке помех ошибка измерения дальности, увеличивается не более чем на 15 %.

Результаты исследований показали, что вероятность обнаружения траекторий зависит не только от помеховой обстановки, но и от скорости цели. Так с увеличением скорости цели в диапазоне от 250 до 1000 м/с, дальность автозахвата в среднем уменьшается на 10%.

Библиотека БГУИР

**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**

- 1) Пунчик Е.П. Значение эффективной отражающей поверхности обнаружителя высокоскоростных воздушных целей/ Е.П. Пунчик, С.Г. Сидюк// 56-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР
- 2) Сидюк С.Г. Алгоритм оценки технического уровня РЛС /С.Г. Сидюк, Е.П. Пунчик, // 56-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР

Библиотека БГУИР