

В.С. Верба

ОБНАРУЖЕНИЕ НАЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ

Радиолокационные системы
обнаружения и наведения
воздушного базирования

Москва, Радиотехника, 2007

УДК 621.396.96

В31

ББК 32.95

Научная серия

«Системы мониторинга воздушного, космического пространства и земной поверхности»

Редакционная коллегия:

главный редактор – профессор, докт. техн. наук *В. С. Верба*

зам. гл. редактора – профессор, канд. техн. наук *В. И. Меркулов*

члены редколлегии: докт. техн. наук С.М. Алексеев; чл.-корр. РАН Л. Д. Бахрах; ст. научн. сотр. В.А. Гандурин; докт. техн. наук, проф. А.П. Курочкин; академик РАН А.Л. Микаэлян; проф., докт. техн. наук Л. Б. Неронский; ст. научн. сотр., канд. техн. наук В.А. Плющев; чл.-корр. РАН А.П. Реутов; проф., докт. воен. наук А.Т. Силкин; докт. техн. наук В.Н. Шахгеданов; чл.-корр. РАН В.Б. Штейншлейгер

Рецензент:

Академик РАН *Ю. В. Гуляев*

Верба В. С.

В31 **Обнаружение наземных объектов. Радиолокационные системы обнаружения и наведения воздушного базирования.** – М.: Радиотехника, 2007. – 360 с.: ил. (Серия «Системы мониторинга воздушного, космического пространства и земной поверхности», редактор серии *В. С. Верба*).

ISBN 978-5-88070-156-8

Данная монография – первая книга из серии «Системы мониторинга воздушного, космического пространства и земной поверхности» – посвящена анализу современного состояния и развитию отечественных и зарубежных радиолокационных систем воздушного базирования; содержит результаты многолетних теоретических и экспериментальных исследований автора, посвященных различным аспектам изучения и разработки бортовых локационных систем.

Предназначена для специалистов в области радиолокации, а также аспирантов и студентов старших курсов высших учебных заведений радиотехнического профиля.

ISBN 978-5-88070-156-8

УДК 621.396.96

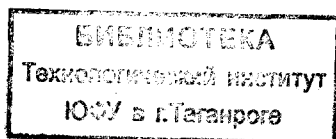
ББК 32.95

520.398

© Автор, 2007

© Издательство «Радиотехника», 2007

© САЙНС-ПРЕСС, оригинал-макет, оформление, 2007



О Г Л А В Л Е Н И Е

Вступительная статья Ю. В. Гуляева	7
ПРЕДИСЛОВИЕ	9
ГЛАВА 1. МЕТОДЫ СОВРЕМЕННОЙ РАДИОЛОКАЦИИ И ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ	11
1.1. Перспективные методы современной радиолокации	11
1.1.1. Методы радиолокации с широкополосными сигналами	13
1.1.2. Методы многопозиционной радиолокации	18
1.1.3. Радиолокация в метровых и дециметровых диапазонах радиоволн	22
1.1.4. Радиолокация в миллиметровом диапазоне радиоволн	23
1.1.5. Методы тепловой (пассивной) радиолокации	23
1.2. Методы обработки радиолокационных сигналов	25
1.3. Цифровой метод обработки информации	29
1.3.1. Канал цифровой обработки сигнала обзорной РЛС	29
1.3.2. Метод выбора в реальном масштабе времени эффективного варианта цифровой обработки информации в многофункциональном радиотехническом комплексе	33
ГЛАВА 2. НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ ВОЗДУШНОГО БАЗИРОВАНИЯ	42
2.1. Зарубежные РЛС обнаружения и наведения оружия	43
2.1.1. Анализ факторов и основных направлений развития бортовых РЛС	44
2.1.2. Бортовые дозорные РЛС	59
2.1.3. Бортовые РЛС обзора земной и морской поверхности	71
2.1.4. Бортовые РЛС управления высокоточным оружием	76
2.1.5. Бортовые РЛС беспилотных летательных аппаратов	84
2.2. Особенности формирования технического облика бортовых радиотехнических комплексов и радиолокационных систем обнаружения и наведения оружия	100
2.2.1. Методы и обобщенный алгоритм формирования технического облика бортовых радиотехнических комплексов	100
2.2.2. Принципы построения дозорной самолетной РЛС с цифровой АФАР	107
2.3. Основные направления и проблемы развития радиотехнических комплексов и радиолокационных систем разведки авиационного базирования	116
2.3.1. Тенденции развития авиационных средств разведки и дозора	117
2.3.2. Проблемы и перспективы развития авиационных комплексов разведки, дозора, управления	122

ГЛАВА 3. ПРИНЦИПЫ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ОБЗОРА	130
3.1. Зависимость радиолокационного обзора от высоты подъема антенны	130
3.2. Определение трасс полета самолета для обнаружения объектов	131
3.3. Метод формирования временных данных своевременного выхода самолета в зону поиска	134
3.4. Метод формирования данных о высоте и скорости полета самолета в зону поиска	138
3.5. Модель траекторного управления беспилотного летательного аппарата с борта авиационного комплекса радиолокационного дозора и наведения	141
ГЛАВА 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБНАРУЖЕНИЯ НАЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ И ФОНОВ	144
4.1. Характеристики обнаружения объектов и фонов с борта самолета	144
4.2. Модель оценки радиолокационной видимости наземных объектов	145
4.3. Эффективная поверхность рассеяния наземных объектов	148
4.3.1. ЭПР наземных объектов в сантиметровом диапазоне радиоволн	148
4.3.2. ЭПР наземных объектов в миллиметровом диапазоне радиоволн	155
4.4. Вероятность обнаружения объектов на фоне местности	162
4.5. Метод пространственно-частотной фильтрации для селекции движущихся целей в РСА	165
ГЛАВА 5. ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОТИВОБОРСТВА	173
5.1. Принципы информационного противоборства	173
5.1.1. Оценка мирового опыта создания способов и методов воздействия на информационные структуры	173
5.1.2. Структура системы информационного противоборства	175
5.1.3. Основные составляющие, средства и методы информационного противоборства	176
5.2. Система радиоэлектронной борьбы и радиопротиводействия	178
5.2.1. Оснащение современных зарубежных летательных аппаратов средствами РЭБ	178
5.2.2. Радиотехническая разведка	184
5.2.3. Система радиоэлектронного подавления	186
5.2.4. Помехозащищенность радиоэлектронных систем	191

5.3. Авиационные многофункциональные радиоэлектронные комплексы в условиях радиоэлектронного подавления	192
5.3.1. Метод управления многофункциональной радиоэлектронной системой в процессе функционирования	193
5.3.2. Показатели оценки устойчивости функционирования радиоэлектронных систем	199
5.3.3. Метод управления информативностью авиационного комплекса радиолокационного дозора	204
5.4. Методы противодействия обнаружению распознавания	211
5.4.1. Методы снижения заметности объектов обнаружения	211
5.4.2. Эффективная поверхность рассеяния объектов военной техники с радиопоглощающими материалами	217

ГЛАВА 6. АНТЕННЫ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ

6.1. Антенные системы современных радиолокационных комплексов	223
6.2. Антенные фазированные решетки авиационных радиоэлектронных комплексов	235
6.2.1. Развитие радиоэлектронных комплексов с АФАР	235
6.2.2. Излучающее полотно и приемопередающий модуль	237
6.2.3. СВЧ-распределительная система	239
6.3. Перспективы развития антенных систем летательных аппаратов	247
6.4. Активные фазированные антенные решетки бортовой РЛС для перспективного многофункционального авиационного комплекса обнаружения, оповещения и управления	255
6.5. Функциональные устройства и элементная база РЛС	262
6.5.1. Приемопередающие модули X- и L-диапазонов волн для АФАР авиакосмических радиолокационных комплексов наблюдения	262
6.5.2. Параметры электровакуумных и твердотельных приборов СВЧ	270

ГЛАВА 7. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ОЦЕНКА ИХ ПАРАМЕТРОВ

7.1. Основы моделирования РЛС обнаружения объектов	276
7.1.1. Параметры для оценки эффективности РЛС	276
7.1.2. Математическое моделирование функционирования РЛС обнаружения объектов и оценки ее параметров	279
7.2. Математические модели для оценки эффективности РЛС обнаружения наземных объектов	279
7.2.1. Структура комплекса математических моделей	280
7.2.2. Модели оценки эффективности РЛС обнаружения наземных объектов	282

7.2.3. Методика оптимального распределения РЛС обнаружения в составе радиолокационной сети	287
7.2.4. Методика оценки эффективности РЛС обнаружения в составе радиолокационной группы	293
7.3. Метод оценки эффективности системы радиомониторинга РЛС при ограничениях на дальность видимости	298
7.4. Оценка вероятности обнаружения радиоэлектронных средств в зоне ответственности бортовой РЛС	303
7.5. Метод оценки характеристик обнаружения и сопровождения воздушных объектов бортовой РЛС, применяющий квазинепрерывное излучение	308

**ГЛАВА 8. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МЕТОДОВ СОВРЕМЕННОЙ
РАДИОЛОКАЦИИ В СИСТЕМАХ ОБНАРУЖЕНИЯ
НАЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ**

8.1. РЛС миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов радиоволн	318
8.2. Радиолокатор с синтезированной апертурой на высотном беспилотном дирижабле	325
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	337
ЛИТЕРАТУРА	339
ОСНОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ	357

**В 2008 г. в серии «Системы мониторинга воздушного,
космического пространства и земной поверхности»
выходит в свет книга
«Обнаружение наземных объектов.
Радиолокационные системы космического
базирования».**