

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

Факультет радиотехники и электроники

Кафедра информационных радиотехнологий

С. Р. Гейстер, С. В. Козлов

СИСТЕМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ

*Рекомендовано УМО по образованию в области информатики
и радиоэлектроники в качестве учебно-методического пособия
для специальности 1-39 80 01 «Радиосистемы и радиотехнологии».*

*По учебным дисциплинам «Прикладные аспекты радиосистем
и радиотехнологий», «Современные тенденции развития систем
радиолокации и радионавигации»*

СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений	7
Список обозначений	9
Введение	18
1. Основные понятия и классификация радиолокационных средств	23
2. Классификация радиолокаторов противовоздушной обороны. Основные тактико-технические характеристики, обобщенная структурная схема и помехозащита РЛС ПВО	28
2.1. Классификация радиолокаторов противовоздушной обороны	28
2.2. Основные тактические и технические характеристики РЛС ПВО	29
2.3. Обобщенная структурная схема радиолокационного комплекса	32
2.4. Защита от помех в радиолокационных комплексах	39
2.4.1. Общая характеристика мер, средств и способов защиты от помех	39
2.4.2. Характеристика помех	40
2.4.3. Разработка программы обеспечения помехозащищенности радиолокационных комплексов	45
2.4.4. Основные традиционные способы и направления обеспечения помехозащищенности при разработке РЛС ПВО	47
2.4.5. Классификация способов обеспечения помехозащищенности РЛС различного назначения	49
2.4.6. Современный взгляд на помехозащиту РЛС	51
2.5. Обобщенная структурная схема основной радиолокационной системы	52
3. Выбор типа и параметров зондирующего сигнала в решении задач обнаружения и измерения координат	55
3.1. Выбор типа зондирующего сигнала в решении задач обнаружения и измерения координат	55
3.1.1. Выбор типа зондирующего сигнала в РЛС с высокой помехозащищенностью от пассивных помех	57
3.1.2. Выбор типа зондирующего сигнала в РЛС обнаружения целей средней и большой дальности	63
3.1.3. Выбор типа зондирующего сигнала в РЛС обнаружения целей малой дальности и ближнего действия	67
3.2. Выбор параметров зондирующего сигнала	69
3.2.1. Влияние требований по помехозащищенности радиолокатора на выбор параметров зондирующего сигнала	69
3.2.2. Выбор длины волны зондирующего сигнала	75
3.2.3. Выбор периода повторения зондирующих сигналов. Проблема «слепых» дальностей и «слепых» скоростей	85
3.2.4. Выбор длительности, мощности и закона модуляции зондирующего сигнала	93
3.2.5. Выбор параметров зондирующего сигнала в решении задачи радиолокационного распознавания	109

3.2.6. Требования к параметрам антенны РЛС	119
3.2.7. Методика расчета интерференционного множителя Земли.....	124
4. Выбор способов и структур устройств обзора пространства.....	137
4.1. Закономерности радиолокационного обзора	137
4.2. Методы и устройства обзора по угловым координатам	140
4.2.1. Метод линейного сканирования диаграммой направленности по углу места	140
4.2.2. Метод линейного сканирования V-образной диаграммой направленности по азимуту	142
4.2.3. Метод многолучевой диаграммы направленности антенны.....	144
4.2.4. Метод частотного сканирования диаграммой направленности по углу места.....	145
4.2.5. Метод фазового сканирования диаграммой направленности по угловым координатам	148
4.3. Обзор по дальности. Выбор способа и структуры устройства временной обработки принятого сигнала	149
4.3.1. Реализация обзора по дальности при фильтровой и узкополосно-фильтровой обработке принятого сигнала.....	150
4.3.2. Реализация обзора по дальности при корреляционной и корреляционно-фильтровой обработке принятого сигнала.....	153
4.4. Обзор по радиальной скорости.....	154
4.4.1. Реализация одновременного обзора по радиальной скорости	155
4.4.2. Реализация последовательного обзора по радиальной скорости	156
4.5. Совместный обзор по дальности и радиальной скорости	157
4.6. Совместный обзор по дальности и радиальной скорости при использовании комбинированных зондирующих сигналов	160
4.6.1. Комбинирование непрерывного монохроматического и линейно-частотно-модулированного зондирующих сигналов	160
4.6.2. Комбинирование квазинепрерывного и импульсного зондирующих сигналов	164
5. Особенности проектирования отдельных составных частей радиолокационных средств и измерения их характеристик	170
5.1. Влияние параметров аналого-цифрового преобразования и дедимации на отношение сигнал/помеха в радиолокационном тракте ...	170
5.1.1. Вводные положения	170
5.1.2. Влияние частоты сигнала, частоты дискретизации и весового окна на форму спектра сигнала	171
5.1.3. Параметры шумов квантования гармонического сигнала	175
5.1.4. Шумы квантования в приложении к радиолокации	179
5.1.5. Дедимация выходного сигнала АЦП на фоне шумов.....	180
5.2. Весовая обработка принятого сигнал в условиях мешающих отражений	184
5.2.1. Вводные положения	184

5.2.2. Состояние задачи когерентной компенсации мешающих отражений	185
5.2.3. Весовая обработка принятого сигнала	186
5.2.4. Анализ составляющих мешающих отражений от подстилающей поверхности при использовании весовой обработки	188
5.3. Междупериодное когерентное накопление принятого сигнала при переменном периоде повторения зондирующего сигнала.....	194
5.3.1. Вводные положения	194
5.3.2. Междупериодное когерентное накопление при постоянном периоде повторения зондирующего сигнала.....	195
5.3.3. Междупериодное когерентное накопление при двух чередующихся периодах повторения зондирующего сигнала	195
5.3.4. Междупериодное когерентное накопление сигнала и реализация однократной череспериодной компенсации мешающих отражений при двух чередующихся периодах повторения зондирующего сигнала.....	199
5.3.5. Анализ результатов моделирования	200
5.4. Методика и примеры экспериментальных исследований эффективной отражающей поверхности легкомоторных летательных аппаратов в сантиметровом диапазоне.....	203
5.4.1. Вводные положения	203
5.4.2. Метод измерения и условия оценки эффективной отражающей поверхности	203
5.4.3. Методика оценки эффективной отражающей поверхности легкомоторного летательного аппарата	205
5.4.4. Оценка интерференционного влияния Земли на измерения эффективной отражающей поверхности.....	208
5.4.5. Результаты экспериментальных исследований эффективной отражающей поверхности легкомоторных летательных аппаратов	209
5.5. Методика измерения параметров пассивных передающей и приемной антенн.....	214
5.5.1. Перечень параметров, подлежащих измерению	214
5.5.2. Требуемая аппаратура и элементы	215
5.5.3. Схема измерений	215
5.5.4. Методические основы измерений.....	217
5.5.5. Методика измерений коэффициента усиления антенны.....	218
5.5.6. Методика измерений ширины главного лепестка ДН антенны по азимуту	219
6. Вопросы проектирования многоканальных приемных систем с пространственно-поляризационной компенсацией помех в радиолокационных станциях обнаружения и измерения координат объектов	220

6.1. Общая характеристика обработки сигналов в многоканальных приемных системах средств радиолокации.....	221
6.1.1. Структурные схемы многоканальных приемных систем средств радиолокации	221
6.1.2. Критерии адаптации	230
6.1.3. Особенности подсистем пространственно-поляризационной обработки	236
6.1.4. Классификация вариантов радиолокационных станций с многоканальными приемными системами и компенсацией помех	241
6.1.5. Методы и алгоритмы вычисления векторов весовых коэффициентов.....	242
6.1.6. Показатели эффективности функционирования РЛС с многоканальными приемными системами.....	251
6.2. Выбор параметров многоканальных приемных систем РЛС и алгоритмов обработки сигналов	254
6.2.1 Анализ факторов, приводящих к снижению эффективности обработки сигналов в многоканальных приемных системах	254
6.2.2. Процедура выбора параметров многоканальных приемных систем радиолокационных станций и математическое моделирование	261
Приложение 1. Анализ общих тактико-технических требований, предъявляемых к РЛС обнаружения.....	272
Приложение 2. Особенности тактики боевых действий современного воздушного противника. Краткий прогноз	258
Приложение 3. Организация процесса проектирования РЛС и правила выполнения опытно-конструкторской работы	293
Список использованных источников	299