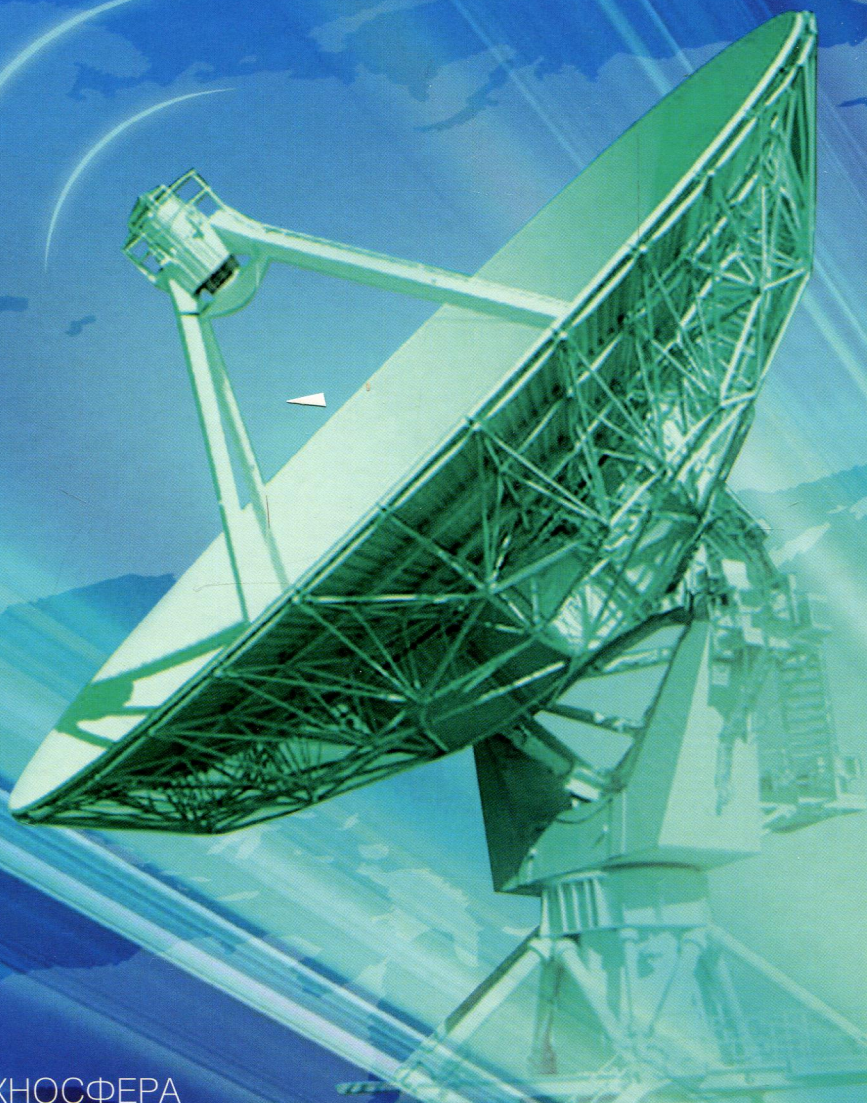


# СПРАВОЧНИК ПО РАДИОЛОКАЦИИ

в 2 книгах  
книга 1

Под ред. М.И. Сколника



ТЕХНОСФЕРА

**Справочник  
по радиолокации  
В 2 книгах**

**Книга I**

**Под редакцией  
Меррилла И. Скольника**

**Перевод с английского  
под общей редакцией  
д.т.н., проф. В.С. Вербы**

**ТЕХНОСФЕРА  
Москва  
2015**



*Издание осуществлено при поддержке  
открытого акционерного общества  
«Концерн радиостроения «Вега»*

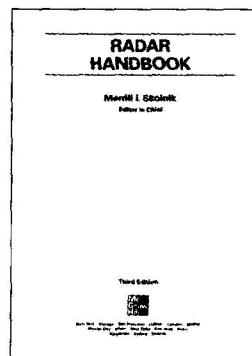
УДК 621.396.96  
ББК 32.95  
С74

**С74** **Справочник по радиолокации / Под ред. М.И. Скольника.  
Пер. с англ. под общей ред. В.С. Вербы. В 2 книгах. Книга 1  
Москва: Техносфера, 2015. – 672 с., ISBN 978-5-94836-381-3**

Это третье издание всемирно известного «Справочника по радиолокации». Радиолокационная техника как для гражданского применения, так и для военных целей продолжает развиваться в направлении расширения области применения и совершенствовании технологии. Некоторые темы, отраженные в предыдущих изданиях справочника, которые представляют сейчас меньший интерес, были исключены из текущего издания.

Авторы глав, которые являются экспертами в своей предметной области, были ориентированы на читателей, хорошо осведомленных в общем предмете, и даже экспертов в некоторой другой предметной области радиолокации, но не обязательно хорошо разбирающихся в предмете главы, которую писал автор.

Значимость справочника – результат усердия и экспертного мнения авторов, которые потратили свое время, знания и опыт, чтобы сделать это руководство полезной книгой для инженеров-локационщиков и ключевых людей, участвующих в разработке, производстве и эксплуатации радиолокационных систем.



УДК 621.396.96  
ББК 32.95

Copyright © 2008 by The McGraw-Hill Companies. All rights reserved.  
© 2014, ЗАО «РИЦ «ТЕХНОСФЕРА», перевод, оригинал-макет, оформление

ISBN 978-5-94836-381-3  
ISBN 978-0-07-148547-0 (англ.)

# СОДЕРЖАНИЕ

О главном редакторе . . . . .	7
Авторы книги. . . . .	8
Предисловие редактора перевода . . . . .	9
Предисловие. . . . .	11
<b>Глава 1. Введение и краткий обзор принципов радиолокации . . . . .</b>	<b>13</b>
1.1. Кратко о радиолокации и радиолокаторах. . . . .	13
1.2. Типы радиолокаторов . . . . .	17
1.3. Информация, извлекаемая с помощью радиолокаторов. . . . .	20
1.4. Уравнение дальности действия радиолокатора. . . . .	23
1.5. Диапазоны рабочих частот и их буквенные обозначения . . . . .	26
1.6. Влияние рабочей частоты радиолокатора на его характеристики . . . . .	27
1.7. Номенклатура радиолокаторов США. . . . .	31
1.8. Основные достижения радиолокации в XX веке . . . . .	33
1.9. Применения радиолокации . . . . .	34
1.10. Концептуальный подход к проектированию радиолокаторов . . . . .	36
Литература. . . . .	37
<b>Глава 2. Радиолокационные системы СДЦ . . . . .</b>	<b>38</b>
2.1. Предисловие. . . . .	38
2.2. Введение в радиолокацию движущихся целей . . . . .	40
2.3. Реакция фильтров подавления помех на сигналы движущихся целей. . . . .	47
2.4. Характеристики пассивных помех . . . . .	48
2.5. Термины и определения . . . . .	57
2.6. Расчеты коэффициента улучшения . . . . .	61
2.7. Оптимальное проектирование фильтров подавления помех . . . . .	63
2.8. Проектирование фильтров для систем СДЦ . . . . .	71
2.9. Проектирование фильтров для систем СДЦ метео-РЛС. . . . .	85
2.10. Проектирование наборов доплеровских фильтров . . . . .	90
2.11. Ухудшения характеристик, связанные с ограничениями в приемнике РЛС . . . . .	98
2.12. Требования к стабильности параметров РЛС . . . . .	105
2.13. Динамический диапазон и требования к аналого-цифровому преобразованию. . . . .	117
2.14. Адаптивные системы СДЦ. . . . .	120
2.15. Радиолокационные карты помеховой обстановки. . . . .	123
2.16. Управление скоростной чувствительностью (УСЧ). . . . .	127
2.17. Факторы, влияющие на показатели эффективности РЛС СДЦ. . . . .	131
Литература. . . . .	140
<b>Глава 3. Радиолокационные системы СДЦ воздушного базирования . . . . .</b>	<b>143</b>
3.1. Системы, в которых используются технологии СДЦ воздушного базирования . . . . .	143
3.2. Размышления о зонах покрытия . . . . .	144
3.3. Факторы, определяющие эксплуатационные качества бортовой РЛС с СДЦ . . . . .	145

3.4. Воздействие движения платформы и ее высоты на работоспособность РЛС с СДЦ . . . . .	145
3.5. Компенсация движения платформы на пересекающихся курсах . . . . .	152
3.6. Компенсация движения при сканировании . . . . .	156
3.7. Одновременная компенсация движения платформы и сканирования . . . . .	158
3.8. Компенсация движения платформы, направление вперед . . . . .	162
3.9. Компенсация движения за счет пространственно-временной адаптации. . . . .	164
3.10. Воздействие нескольких спектров . . . . .	171
3.11. Пример системы СДЦ в РЛС воздушного базирования . . . . .	173
Литература . . . . .	174
<b>Глава 4. Импульсно-доплеровская радиолокационная станция . . . . .</b>	<b>175</b>
4.1. Характеристики и применения . . . . .	175
4.2. Пассивные помехи импульсно-доплеровским РЛС . . . . .	189
4.3. Требования к динамическому диапазону и стабильности . . . . .	199
4.4. Раскрытие неоднозначности по дальности и по доплеровской частоте . . . . .	207
4.5. Проектирование режима и сигнала . . . . .	212
4.6. Анализ уравнения дальности РЛС . . . . .	215
Литература . . . . .	224
<b>Глава 5. Многофункциональные РЛС для истребителей . . . . .</b>	<b>228</b>
5.1. Введение . . . . .	228
5.2. Типичные боевые задачи и режимы . . . . .	239
5.3. Описание режимов и сигналов при решении задач «воздух — воздух» . . . . .	247
5.4. Описание режима «воздух — земля» и сигналов . . . . .	261
Литература . . . . .	278
<b>Глава 6. Радиолокационные приемники . . . . .</b>	<b>282</b>
6.1. Структурная схема радиолокационного приемника . . . . .	282
6.2. Соображения, касающиеся шума и динамического диапазона . . . . .	285
6.3. Соображения, касающиеся ширины полосы частот . . . . .	292
6.4. ВЧ-тракт приемника . . . . .	294
6.5. Гетеродины . . . . .	298
6.6. Регулировка усиления . . . . .	306
6.7. Фильтрация . . . . .	309
6.8. Ограничители . . . . .	314
6.9. Синфазно-квадратурные демодуляторы . . . . .	316
6.10. Аналого-цифровые преобразователи . . . . .	320
6.11. Цифровые приемники . . . . .	325
6.12. Дуплексный режим работы . . . . .	331
6.13. Формирование сигнала и повышающее преобразование частоты . . . . .	332
Литература . . . . .	336
<b>Глава 7. Автоматическое обнаружение, сопровождение целей и объединение информации . . . . .</b>	<b>337</b>
7.1. Введение . . . . .	337
7.2. Автоматическое обнаружение . . . . .	337
7.3. Автоматическое сопровождение целей . . . . .	357
7.4. Система РЛС . . . . .	383
7.5. Объединение неоднородных датчиков . . . . .	386
Литература . . . . .	390

<b>Глава 8. РЛС со сжатием импульсов</b> . . . . .	394
8.1. Введение . . . . .	394
8.2. Типы сложных сигналов . . . . .	395
8.3. Факторы, влияющие на выбор систем сжатия импульсов . . . . .	419
8.4. Реализация систем сжатия импульсов и примеры РЛС . . . . .	420
Приложение . . . . .	430
Литература . . . . .	434
<b>Глава 9. РЛС сопровождения</b> . . . . .	439
9.1. Введение . . . . .	439
9.2. Моноимпульсные РЛС (одновременное формирование равносигнального направления) . . . . .	441
9.3. Сканирование и пеленгация с использованием равносигнального метода . . . . .	455
9.4. Следящие системы РЛС сопровождения . . . . .	456
9.5. Обнаружение и захват цели, сопровождение по дальности . . . . .	459
9.6. Специальные моноимпульсные технологии . . . . .	464
9.7. Источники ошибки . . . . .	466
9.8. Ошибки, вызванные целью (шум цели) . . . . .	466
9.9. Другие внешние причины ошибки . . . . .	478
9.10. Внутренние источники ошибки . . . . .	481
9.11. Общие сведения об источниках ошибок . . . . .	483
9.12. Технологии уменьшения ошибок . . . . .	487
Литература . . . . .	488
<b>Глава 10. Радиолокационный передатчик</b> . . . . .	491
10.1. Введение . . . . .	491
10.2. Усилители с линейным пучком . . . . .	494
10.3. Магнетрон . . . . .	503
10.4. Усилитель со скрещенными полями . . . . .	505
10.5. Гиротроны . . . . .	506
10.6. Контроль спектра передатчика . . . . .	508
10.7. Лампы с сеточным управлением . . . . .	510
10.8. Модуляторы . . . . .	512
10.9. Какой источник СВЧ-мощности использовать? . . . . .	514
Литература . . . . .	517
<b>Глава 11. Твердотельные передатчики</b> . . . . .	520
11.1. Введение . . . . .	520
11.2. Преимущества твердотельных устройств . . . . .	520
11.3. Твердотельные устройства . . . . .	524
11.4. Проектирование полупроводниковых корпусированных передатчиков . . . . .	537
11.5. Проектирование твердотельных передатчиков для фазированных антенных решеток . . . . .	543
11.6. Примеры твердотельных систем . . . . .	550
Литература . . . . .	554
<b>Глава 12. Зеркальные антенны</b> . . . . .	556
12.1. Введение . . . . .	556
12.2. Основные принципы проектирования и параметры . . . . .	557

12.3. Архитектуры зеркальных антенн . . . . .	571
12.4. Облучатели зеркальных антенн . . . . .	580
12.5. Анализ параметров и характеристик зеркальной антенны . . . . .	586
12.6. Механические соображения при проектировании . . . . .	591
Литература . . . . .	597
<b>Глава 13. Фазированные антенные решетки РЛС . . . . .</b>	<b>600</b>
13.1. Введение . . . . .	600
13.2. Теоретические основы работы фазированных антенных решеток . . . . .	608
13.3. Плоские решетки и управление лучом . . . . .	613
13.4. Согласование и взаимные связи в фазированных антенных решетках . . . . .	617
13.5. Фазированные антенные решетки с низким уровнем боковых лепестков . . . . .	625
13.6. Влияние ошибок квантования . . . . .	631
13.7. Широкополосность фазированных антенных решеток . . . . .	635
13.8. Системы питания (формирователи луча) . . . . .	643
13.9. Фазовращатели . . . . .	648
13.10. Твердотельные модули . . . . .	650
13.11. Формирование многолучевой диаграммы направленности в режиме приема . . . . .	652
13.12. Цифровое формирование луча . . . . .	653
13.13. Формирование нуля диаграммы направленности на излучение . . . . .	655
13.14. Калибровка возбужденных фазированных антенных решеток . . . . .	657
13.15. Примеры фазированных антенных решеток . . . . .	659
Литература . . . . .	667