

# Справочник по радиолокации

В 2 книгах

Книга 2

Под редакцией  
Меррилла И. Сколника

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

ТЕХНОСФЕРА

Москва

2014



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

**УДК 621.396.96**

**ББК 32.95**

**С74**

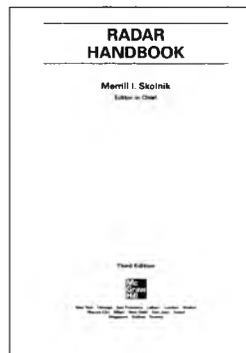
**С74** **Справочник по радиолокации / Под ред. М.И. Скольника.  
Пер. с англ. под общей ред. В.С. Вербы. В 2 книгах. Книга 2**

**Москва: Техносфера, 2014. – 680 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 направлениях 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-локационныхщиков 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

<b>Глава 14. Эффективная площадь рассеяния</b> . . . . .	678
14.1. Введение . . . . .	678
14.2. Понятие мощности отраженного сигнала . . . . .	681
14.3. Методы предсказания ЭПР . . . . .	693
14.4. Методы измерения ЭПР . . . . .	703
14.5. Подавление вторичного радиолокационного излучения . . . . .	712
Литература . . . . .	719
<b>Глава 15. Отражение сигналов от морской поверхности.</b> . . . . .	722
15.1. Введение . . . . .	722
15.2. Характеристики поверхности моря . . . . .	724
15.3. Эмпирическое описание поведения помеховых отражений от морской поверхности. . . . .	728
15.4. Теории и модели помеховых отражений от морской поверхности . . . . .	748
15.5. Выводы . . . . .	758
Литература . . . . .	759
<b>Глава 16. Отражение сигналов от земной поверхности.</b> . . . . .	765
16.1. Введение . . . . .	765
16.2. Параметры, влияющие на отражение от земной поверхности . . . . .	768
16.3. Теоретические модели земной поверхности и их ограничения . . . . .	771
16.4. Фединг сигналов, отраженных от земной поверхности . . . . .	776
16.5. Методы измерений отражений от земной поверхности . . . . .	783
16.6. Общие модели для измерений коэффициента рассеяния (клаттерные модели, или модели помеховых отражений) . . . . .	792
16.7. Данные измерений коэффициента рассеяния . . . . .	799
16.8. Поляриметрия . . . . .	812
16.9. Значения коэффициента рассеяния при углах облучения, близких к скольжению . . . . .	815
16.10. Интерпретация изображений, полученных с помощью РЛС . . . . .	817
Литература . . . . .	819
<b>Глава 17. Радиолокационные системы с синтезированной апертурой.</b> . . . . .	828
17.1. Основные принципы работы радиолокационных систем с синтезированной апертурой. . . . .	828
17.2. История возникновения радиолокационных систем с синтезированной апертурой. . . . .	829
17.3. Типы радиолокационных систем с синтезированной апертурой . . . . .	830
17.4. Разрешающая способность радиолокационных систем с синтезированной апертурой. . . . .	833
17.5. Ключевые аспекты радиолокационных систем с синтезированной апертурой . . . . .	837
17.6. Качество изображений радиолокационных систем с синтезированной апертурой. . . . .	843
17.7. Основные соотношения теории радиолокационных систем с синтезированной апертурой. . . . .	849
17.8. Специальные приложения радиолокационных систем с синтезированной апертурой. . . . .	849
Литература . . . . .	862
<b>Глава 18. Космические радиолокационные системы дистанционного зондирования</b> . . . . .	865
18.1. Обзор основных систем . . . . .	865
18.2. Радиолокационные системы с синтезированной апертурой (РСА). . . . .	870
18.3. Высотомеры (альтиметры) . . . . .	897

18.4. Планетарные радиолокационные системы . . . . .	911
18.5. Скаттерометры . . . . .	922
18.6. Радиолокационные зонды . . . . .	928
Литература . . . . .	933
<b>Глава 19. Метеорологические РЛС . . . . .</b>	<b>941</b>
19.1. Введение . . . . .	941
19.2. Уравнение радиолокации для метеорологических целей . . . . .	943
19.3. Соображения по проектированию . . . . .	946
19.4. Обработка сигналов . . . . .	960
19.5. Оперативные приложения . . . . .	966
19.6. Исследовательские задачи . . . . .	974
Литература . . . . .	983
<b>Глава 20. Загоризонтная высокочастотная РЛС . . . . .</b>	<b>992</b>
20.1. Введение . . . . .	992
20.2. Уравнение радиолокации . . . . .	996
20.3. Факторы, влияющие на конструкцию загоризонтной ионосферной РЛС . . . . .	998
20.4. Ионосфера и распространение радиоволн . . . . .	1006
20.5. Формы импульсов ВЧ РЛС . . . . .	1015
20.6. Передающая система . . . . .	1016
20.7. Эффективная площадь отражения . . . . .	1020
20.8. Шум: отражения от окружающей среды . . . . .	1023
20.9. Шум, помехи и занятость частотного спектра . . . . .	1034
20.10. Приемная система . . . . .	1039
20.11. Обработка сигнала и отслеживание цели . . . . .	1043
20.12. Управление ресурсами РЛС . . . . .	1049
20.13. Моделирование характеристик РЛС . . . . .	1050
Приложение: ВЧ РЛС с земной радиоволной . . . . .	1064
Литература . . . . .	1071
<b>Глава 21. Подповерхностные радиолокаторы . . . . .</b>	<b>1079</b>
21.1. Введение . . . . .	1079
21.2. Физика распространения радиоволн в материалах . . . . .	1084
21.3. Моделирование . . . . .	1091
21.4. Свойства материалов . . . . .	1095
21.5. ППР-системы . . . . .	1097
21.6. Методы модуляции . . . . .	1098
21.7. Антенны . . . . .	1102
21.8. Обработка сигналов и изображений . . . . .	1107
21.9. Области применения . . . . .	1111
21.10. Лицензирование . . . . .	1114
Литература . . . . .	1116
<b>Глава 22. Корабельные РЛС гражданских судов . . . . .</b>	<b>1118</b>
22.1. Введение . . . . .	1118
22.2. Проблемы . . . . .	1120
22.3. Международные стандарты . . . . .	1125
22.4. Технология . . . . .	1128
22.5. Сопровождение цели . . . . .	1135
22.6. Интерфейс пользователя . . . . .	1138
22.7. Объединение с АИС . . . . .	1141
22.8. Радиолокационные маяки . . . . .	1144
22.9. Проверка пригодности . . . . .	1147
22.10. Службы сопровождения кораблей . . . . .	1148
Приложение: История возникновения СМР . . . . .	1151
Благодарности . . . . .	1152
Литература . . . . .	1153

<b>Глава 23. Двухпозиционные радиолокационные станции</b> . . . . .	1155
23.1. Концепция и определения . . . . .	1155
23.2. Системы координат . . . . .	1157
23.3. Уравнение двухпозиционной радиолокации . . . . .	1158
23.4. Области применения . . . . .	1163
23.5. Двухпозиционное определение доплеровской частоты . . . . .	1170
23.6. Определение положения цели . . . . .	1172
23.7. Эффективная площадь отражения цели . . . . .	1174
23.8. Помехи, вызванные отражением от поверхности Земли . . . . .	1177
23.9. Особые проблемы и требования . . . . .	1181
Литература . . . . .	1187
<b>Глава 24. Методы защиты от радиоэлектронных помех</b> . . . . .	1193
24.1. Введение . . . . .	1193
24.2. Термины и определения . . . . .	1194
24.3. Радиоэлектронная разведка . . . . .	1195
24.4. Радиоэлектронное подавление . . . . .	1197
24.5. Назначение и систематизация методов защиты от помех . . . . .	1202
24.6. Методы защиты от радиоэлектронных помех, реализуемые в антенне . . . . .	1204
24.7. Методы защиты от радиоэлектронных помех, реализуемые в передатчике . . . . .	1227
24.8. Методы защиты от радиоэлектронных помех, реализуемые в приемниках . . . . .	1229
24.9. Методы защиты от радиоэлектронных помех, реализуемые в схемах обработки сигналов . . . . .	1231
24.10. Способы боевого применения . . . . .	1234
24.11. Использование методов защиты от помех . . . . .	1235
24.12. Эффективность методов защиты от помех и систем радиоэлектронного подавления . . . . .	1254
Благодарности . . . . .	1257
Литература . . . . .	1257
<b>Глава 25. Цифровая обработка радиолокационных сигналов</b> . . . . .	1266
25.1. Введение . . . . .	1266
25.2. Обработка сигналов в приемном тракте . . . . .	1267
25.3. Преобразование сигналов в передающем тракте . . . . .	1285
25.4. Средства цифровой обработки сигналов . . . . .	1287
25.5. Вопросы проектирования . . . . .	1299
25.6. Выводы . . . . .	1303
Благодарности . . . . .	1303
Литература . . . . .	1303
<b>Глава 26. Коэффициент распространения F в уравнении радиолокации</b> . . . . .	1305
26.1. Введение . . . . .	1305
26.2. Атмосфера Земли . . . . .	1306
26.3. Преломление . . . . .	1307
26.4. Стандартное распространение . . . . .	1308
26.5. Аномальное распространение . . . . .	1309
26.6. Моделирование процессов распространения . . . . .	1316
26.7. Программы оценки электромагнитных систем . . . . .	1321
26.8. Модель оценки РЛС в системе AREPS . . . . .	1325
26.9. Способы представления данных на дисплее AREPS . . . . .	1327
Литература . . . . .	1330
<b>Предметный указатель</b> . . . . .	1332