

УДК 621.396.96:621.37/.39(091)

ББК 32.95

Б95

**Рецензенты:** Главный научный сотрудник Радиотехнического института им. академика А. Л. Минца, Заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор техн. наук., профессор А. Б. Шмелев; Генеральный директор Научно-исследовательского центра «НИИДАР-РЕЗОНАНС», Заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор техн. наук., профессор Э. И. Шустов

**Быховский М. А.**

**Б95**

Развитие телекоммуникаций. На пути к информационному обществу. (Развитие радиолокационных систем). Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015. – 402 с: ил.

**ISBN 978-5-9912-0466-8.**

Книга посвящена истории создания и развития радиолокационных систем. Создание радиолокации дало мощный импульс развитию радиоприемных устройств (приемных, передающих, антенных), освоению частот гигагерцовых диапазонов, развитию радиорелейной и спутниковой связи, широкому распространению сетей подвижной связи и многих других применений радиотехники. В работе описаны основные этапы развития радиолокационных систем военного и гражданского назначения, дальность действия которых и точность определения пространственных координат лоцируемых объектов в течение нескольких десятилетий возросли в несколько тысяч раз. Приведены краткие биографические сведения о многих видных отечественных и зарубежных ученых и инженерах, внесших особый вклад в создание радиолокационной техники (А. И. Берг, Ю. Б. Кобзарев, А. А. Расплетин, А. Л. Минц, Р. Уотсон-Уотт, Л. Юнг, Р. Пэйж, К. Хьюльсмайер, Р. Кюхнхолд и др.).

Для широкого круга читателей – специалистов в области телекоммуникаций, историков науки и техники, будет полезна в качестве учебного пособия для студентов радиотехнических и инфокоммуникационных специальностей.

**ББК 32.95**

Адрес издательства в Интернет WWW.TECHBOOK.RU

Учебное издание

**Развитие телекоммуникаций. На пути к информационному обществу**  
(Развитие радиолокационных систем)

Учебное пособие для вузов

Редактор А. Е. Пескин

Компьютерная верстка Ю. Н. Чернышова

Обложка художника О. В. Карповой по эскизу М. А. Быховского

*Издание серии книг по истории электросвязи и радиотехники осуществляется при организационно-методической поддержке РНТОРЭС им. А.С. Попова*

Подписано в печать 23.03.2015. Формат 60×88/16. Уч. изд. л. 25,13. Тираж 1000 экз. (1-й завод 100 экз.)

ISBN 978-5-9912-0466-8

© М. А. Быховский, 2015

© Издательство «Горячая линия – Телеком», 2015

# Оглавление

<b>Предисловие</b> .....	3
<b>Введение</b> .....	7
В.1. <b>Этапы создания радиолокационной техники</b> .....	8
В.1.1. Развитие радиолокации в 1934–1940 гг. ....	9
В.1.2. Развитие радиолокации в 1940–1945 гг. ....	12
В.1.3. Развитие радиолокации в 1945–1960 гг. ....	14
В.1.4. Развитие радиолокации в 1960–1970 гг. ....	16
В.1.5. Развитие радиолокации в 1970–2007 гг. ....	18
В.2. <b>Организация работ по созданию радиолокационной техники в годы войны</b> .....	21
В.2.1. Организация работ по созданию радиолокацион- ной техники в Великобритании .....	21
В.2.2. Организация работ по созданию радиолокацион- ной техники в США .....	21
В.2.3. Организация работ по созданию радиолокацион- ной техники в СССР .....	23
В.3. <b>Диапазоны частот выделенные для работы радиоло- кационных систем</b> .....	25
В.4. <b>Гражданские применения радиолокации</b> .....	28
Литература .....	29
<b>Глава 1. Технические идеи, на которых основывалось развитие радиолокационной техники.</b> .....	31
1.1. <b>Предыстория радиолокационных систем</b> .....	31
1.1.1. Первые идеи .....	31
1.1.2. Первый патент на радиолокатор .....	33
Кристиан Хюльсмайер .....	36
1.1.3. Первые эксперименты, указавшие на возможность обнаружения объектов с помощью отраженных от них радиоволн .....	37
1.1.4. Создание станций для определения высоты ионо- сферных слоев .....	38
1.2. <b>Метод радиолокации с помощью излучения непре- рывных сигналов</b> .....	39
1.2.1. Радиолокационные станции, излучающие частотно- модулированные непрерывные колебания .....	41

1.2.2. Многочастотные радиолокационные станции .....	42
1.3. Метод радиолокации с помощью излучения импульсных сигналов .....	44
1.4. Системы радиолокационного сопровождения .....	46
1.5. Системы селекции движущихся целей .....	50
1.6. Радиолокационные станции бокового обзора .....	53
1.7. Фазированные антенные решетки .....	55
Хронология .....	60
Литература .....	62
<b>Глава 2. Организация работ по созданию радиолокационной техники .....</b>	<b>65</b>
2.1. Организация работ по созданию радаров в Великобритании .....	66
2.2. Организация работ по созданию радаров в США .....	73
2.3. Организация работ по созданию радаров в СССР .....	76
2.3.1. Состояние отечественной радиопромышленности в довоенный период .....	81
2.3.2. Создание при ГКО Совета по радиолокации .....	83
2.4. Организаторы научных исследований и разработок радаров во время Второй мировой войны .....	88
2.4.1. Организаторы научных исследований и разработок в области радиолокации в Великобритании и США .....	88
Генри Томас Тизард .....	88
Ванневар Буш .....	90
2.4.2. Организаторы научных исследований и разработок в области радиолокации в СССР .....	95
Аксель Иванович Берг .....	95
Александр Николаевич Щукин .....	97
Павел Кондратьевич Ощепков .....	99
Михаил Михайлович Лобанов .....	101
Хронология .....	103
Литература .....	107
<b>Глава 3. Разработка радиолокаторов в 1930–1945 годах в США, Великобритании и Германии .....</b>	<b>109</b>
3.1. Разработка радиолокаторов в США .....	111
3.2. Разработка радиолокаторов и навигационной техники в Великобритании .....	120
3.2.1. Разработка радиолокаторов .....	120
3.2.2. Создание радионавигационных систем для наведения на цель бомбардировщиков .....	127
3.3. Разработка радиолокаторов в Германии .....	128

3.4. Пионеры радиолокации .....	134
3.4.1. Пионеры радиолокации Великобритании .....	134
Роберт Уотсон-Уотт .....	134
Эдвард Вовен .....	136
3.4.2. Пионеры радиолокации США .....	139
Альберт Тейлор .....	139
Лео Юнг .....	140
Роберт Пейж .....	142
3.4.3. Пионеры радиолокации Германии .....	143
Рудольф Кухнольд .....	143
Вильгельм Рунге .....	145
Ганс Холлман .....	146
Хронология .....	148
Литература .....	152
<b>Глава 4. Разработка радиолокационных станций в СССР</b> <b>в 1930–1945 годах .....</b>	<b>154</b>
4.1. Радиолокационные станции с непрерывным излучением .....	154
4.2. Наземные радиолокационные станции с импульсным излучением .....	159
4.3. Разработка радиолокационных станций оружейной наводки .....	165
4.4. Разработка радаров для ВВС и ВМФ .....	169
4.4.1. Радары для ВВС .....	169
4.4.2. Радары для ВМФ .....	170
4.5. Отечественные пионеры радиолокации .....	171
Михаил Александрович Бонч-Бруевич .....	171
Юрий Борисович Кобзарев .....	172
Юрий Константинович Коровин .....	174
Дмитрий Аполлинариевич Рожанский .....	175
Михаил Львович Слиозберг .....	176
Абрам Александрович Слуцкий .....	177
Виктор Васильевич Тихомиров .....	178
Борис Константинович Шембель .....	179
Хронология .....	181
Литература .....	184
<b>Глава 5. Создание теоретических основ радиолокации ...</b>	<b>186</b>
5.1. Методы анализа прохождения случайных процессов через различные звенья приемного тракта .....	187
5.2. Синтез согласованных фильтров .....	188
5.3. Радиолокационные сигналы .....	190

5.4. Синтез оптимальных фильтров для выделения гауссовских случайных сигналов, принимаемых на фоне гауссовских шумов .....	193
5.5. Методы синтеза оптимальных алгоритмов обработки принимаемых сигналов .....	195
5.5.1. Развитие методов оптимального приема сигналов в СССР .....	195
5.5.2. Развитие методов оптимального приема сигналов за рубежом .....	199
5.5.3. Теоретическая оценка возможности подавления помех, создаваемых отражениями от неподвижных объектов .....	202
5.6. Создатели теоретических основ радиолокации .....	202
5.6.1. Отечественные ученые .....	202
Владимир Александрович Котельников .....	202
Яков Давидович Ширман .....	203
Савелий Еремеевич Фалькович .....	205
Лев Альбертович Вайнштейн .....	206
5.6.2. Зарубежные ученые .....	208
Арнольд Зигерт .....	208
Филипп Вудворд .....	209
Давид Миддлтон .....	209
Гарри Ван Трис .....	211
Хронология .....	212
Литература .....	216
<b>Глава 6. Разработки РЛС в СССР и в России после 1945 года .....</b>	<b>219</b>
6.1. Радиолокационные станции системы противоздушной обороны .....	219
6.1.1. Радиолокационные станции метрового диапазона ..	219
6.1.2. Радиолокационные станции дециметрового диапазона .....	224
6.1.3. Радиолокационные станции сантиметрового диапазона .....	230
6.2. Радиолокационные системы противоздушной обороны .....	234
6.2.1. Система С-25 .....	234
6.2.2. Система С-75 .....	239
6.2.3. Система С-125 .....	241
6.2.4. Система С-200 .....	243
6.2.5. Система С-300 .....	246
6.3. Зенитно-ракетные комплексы средней и малой дальности .....	253

6.4. Радиолокационные системы в авиации .....	257
6.4.1. Бортовые авиационные радиолокаторы .....	257
6.4.2. Авиационные комплексы дальнего радиолокацион- ного обнаружения .....	260
6.4.3. Авиационные радиолокационные станции обзора земной поверхности .....	263
6.5. Создатели радиолокационной техники .....	264
Павел Николаевич Куксенко .....	264
Александр Андреевич Расплетин .....	265
Борис Васильевич Бункин .....	267
Вениамин Павлович Ефремов .....	269
Александр Павлович Реутов .....	271
Хронология .....	272
Литература .....	276
<b>Глава 7. Создание отечественной системы ракетно-кос- мической обороны .....</b>	<b>280</b>
7.1. Супер-РЛС системы предупреждения о ракетном на- падении .....	283
7.2. Отечественные системы загоризонтной радиолокации	292
7.2.1. Загоризонтные радары, использующие механизм пространственного распространения радиоволн .....	292
7.2.2. Загоризонтные радары, использующие механизм поверхностного распространения радиоволн .....	298
7.3. Космические системы предупреждения о ракетном нападении .....	299
7.4. Космическая система морской разведки и целеуказа- ния УС-А .....	302
7.5. Создатели системы РКО .....	303
Александр Львович Минц .....	303
Владислав Георгиевич Репин .....	305
Григорий Васильевич Кисунько .....	306
Анатолий Иванович Савин .....	308
Виктор Карлович Слока .....	310
Хронология .....	312
Литература .....	317
<b>Глава 8. Разработки РЛС в США после 1945 года .....</b>	<b>319</b>
8.1. Моноимпульсные РЛС .....	320
8.2. Радиолокационные станции с электронным сканиро- ванием пространства .....	321
8.3. Радиолокационные станции систем ПРО и ККП .....	323
8.4. Загоризонтные радиолокаторы системы ПРО .....	337

8.5. РЛС для Сухопутных войск .....	329
8.6. Авиационные радиолокационные системы .....	334
8.6.1. Авиационные радиолокаторы с синтезированной апертурой .....	334
8.6.2. Авиационные комплексы дозора .....	335
8.6.3. Авиационные РЛС .....	336
8.7. Радиолокационные системы для ВМФ .....	337
Хронология .....	338
Литература .....	341
<b>Глава 9. Многопозиционные радиолокационные систе- мы .....</b>	<b>343</b>
9.1. Первые многопозиционные системы РЛС в СССР ....	344
9.2. Первая многопозиционная система РЛС в Германии ..	347
9.3. Двух- и многопозиционные РЛС, созданные после 1960 г. ....	349
9.4. Разработки РЛС типа ММО .....	356
Хронология .....	358
Литература .....	359
<b>Глава 10. Гражданские применения радиолокаторов ....</b>	<b>361</b>
10.1. Радиолокаторы для управления воздушным дви- жением .....	362
10.2. Метеорадары .....	365
10.3. Бортовые РЛС бокового обзора .....	368
10.4. Планетарные радиолокаторы .....	371
10.5. Радиолокационные системы управления автомобилем	376
Хронология .....	381
Литература .....	384
<b>Заключение .....</b>	<b>387</b>
<b>Список сокращений .....</b>	<b>391</b>
<b>Именной указатель .....</b>	<b>394</b>