

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. Хьюлсмайер, Р. Кюнхольд 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

Предисловие	3
Введение	7
В.1. Этапы создания радиолокационной техники	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. Организация работ по созданию радиолокационной техники в годы войны	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. Диапазоны частот выделенные для работы радиоло- кационных систем	25
В.4. Гражданские применения радиолокации	28
Литература	29
Глава 1. Технические идеи, на которых основывалось развитие радиолокационной техники.	31
1.1. Предыстория радиолокационных систем	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. Метод радиолокации с помощью излучения непре- рывных сигналов	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
Глава 2. Организация работ по созданию радиолокационной техники	65
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
Глава 3. Разработка радиолокаторов в 1930–1945 годах в США, Великобритании и Германии	109
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 Бовен	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
Глава 4. Разработка радиолокационных станций в СССР в 1930–1945 годах	154
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
Глава 5. Создание теоретических основ радиолокации... ..	186
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
Глава 6. Разработки РЛС в СССР и в России после 1945 года	219
6.1. Радиолокационные станции системы противовоздушной 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 противовоздушной 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
Глава 7. Создание отечественной системы ракетно-кос- мической обороны	280
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
Глава 8. Разработки РЛС в США после 1945 года	319
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
Глава 9. Многопозиционные радиолокационные систе- мы	343
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 МІМО	356
Хронология	358
Литература	359
Глава 10. Гражданские применения радиолокаторов	361
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
Заключение	387
Список сокращений	391
Именной указатель	394