А.В. Леньшин, Н.М. Тихомиров, С.А. Попов

БОРТОВЫЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ

Под редакцией А.В. Леньшина

Изложены принципы построения, основные функции и особенности функционирования бортовых радиоэлектронных систем воздушных судов в различных условиях. Рассмотрены основные типы бортовых радиоэлектронных средств и систем.

ISBN: 978-5-4446-0619-3

БОРТОВЫЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ

А.В. Леньшин, Н.М. Тихомиров, С.А. Попов

БОРТОВЫЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ

НК
2015

А. В. Леньшин, Н. М. Тихомиров, С. А. Попов

БОРТОВЫЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ

Учебное пособие

Под редакцией
доктора технических наук А. В. Леньшина

Рекомендовано УМО по образованию в области эксплуатации авиационной и космической техники в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений по специальности 162107 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»

Воронеж
Издательско-полиграфический центр
«Научная книга»
2015

УДК 621.3
ББК 32.84
Л46

Рецензенты:
доктор технических наук, профессор *Б. И. Шахтарин*,
доктор технических наук, профессор *В. П. Лихачев*,
доктор технических наук, профессор *В. Н. Антипов*

Леньшин, А. В.

Л46 Бортовые радиоэлектронные системы [Текст] : учеб. пособие / А. В. Леньшин, Н. М. Тихомиров, С. А. Попов ; под ред. А. В. Леньшина. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2015. – 309 с.

ISBN 978-5-4446-0619-3

Изложены принципы построения, основные функции и особенности функционирования бортовых радиоэлектронных систем воздушных судов в различных условиях. Рассмотрены основные типы бортовых радиоэлектронных средств и систем.

Учебное пособие адресовано курсантам и слушателям Военного учебно-научного центра ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж), а также всем желающим ознакомиться с принципами функционирования различных бортовых радиоэлектронных систем.

УДК 621.3
ББК 32.84

© Леньшин А. В., Тихомиров Н. М., Попов С. А., 2015
© Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2015

ISBN 978-5-4446-0619-3

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение ... **6**

Список сокращений ... **9**

Глава 1. Общие сведения о радиосигналах и бортовых радиоэлектронных системах ... **11**

1.1. Назначение, решаемые задачи и принципы построения бортового радиоэлектронного оборудования ... 11

1.2. Общие сведения о радиосигналах ... 14

1.3. Основные свойства и особенности распространения радиоволн ... 21

1.4. Основные характеристики и параметры антенн ... 30

1.5. Построение радиопередающих устройств ... 41

1.6. Построение радиоприемных устройств ... 46

Глава 2. Радиотехнические методы измерения координат ... **51**

2.1. Методы измерения дальности ... 51

2.2. Методы измерения угловых координат ... 58

2.3. Доплеровский метод измерения скорости ... 64

2.4. Методы определения местоположения ВС ... 67

Глава 3. Авиационные системы и средства радиосвязи ... **72**

3.1. Классификация авиационных средств связи. Основные требования, предъявляемые к системам связи ... 72

3.2. Назначение и виды оконечной аппаратуры авиационных систем связи. Электроакустические преобразователи ... 77

3.2.1. Микрофоны ... 78

3.2.2. Ларингофоны ... 84

3.2.3. Телефоны и громкоговорители ... 85

3.3. Бортовые устройства записи речевой информации ... 88

3.3.1. Самолетные магнитофоны ... 88

3.3.2. Цифровые регистраторы звуковой информации ... 92

3.4. Аппаратура внутренней связи ... 95

3.5. Бортовые авиационные радиостанции ... 98

3.6. Перспективные авиационные системы и комплексы радиосвязи ... 106

Глава 4. Авиационные радионавигационные системы ... **114**

4.1. Общие сведения о задачах навигации ВС. Классификация радионавигационных систем ... 114

4.2. Доплеровские измерители скорости и угла сноса ... 119

4.2.1. Назначение, основные характеристики и типы ДИСС ... 119

4.2.2. Многолучевые доплеровские измерители скорости ... 121

4.3. Радиовысотомеры ... 128

4.3.1. Общие сведения о радиовысотомерах ... 128

4.3.2. Частотные радиовысотомеры ... 130

4.3.3. Импульсные радиовысотомеры ... 133
4.4. Автоматические радиокомпасы ... 135
4.5. Радиотехнические системы дальней навигации ... 143
4.5.1.Фазовые РСДН СДВ-диапазона ... 144
4.5.2.Импульсно-фазовые РСДН ДВ-диапазона ... 149
4.6. Радиотехнические системы ближней навигации ... 153
4.6.1. РСБН дециметрового диапазона ... 155
4.6.2. РСБН метрового диапазона ... 158
4.7. Системы посадки ... 161
4.7.1. Общая характеристика систем посадки ... 161
4.7.2. Принцип действия системы посадки ... 166
4.8. Спутниковые радионавигационные системы ... 170
4.8.1. Общие сведения о спутниковых РНС ... 170
4.8.2. Состав и основные функции спутниковых РНС ... 176
4.8.3. Характеристика сигналов ГЛОНАСС и GPS ... 180
4.9. Системы предупреждения столкновений ... 185
4.10. Принципы комплексирования навигационных систем ... 190

Глава 5. Авиационные радиолокационные системы ... 195
5.1. Назначение, принцип работы и классификация РЛС ... 195
5.2. Системы опознавания ... 204
5.3. РЛС перехвата и прицеливания ... 207
5.4. РЛС обзора земной поверхности ... 220
5.5. РЛС профильного полета ... 226
5.6. Метеонавигационные РЛС ... 229
5.7. Многофункциональные РЛС ... 232
5.7.1. Применение истребителей при ведении борьбы с воздушным противником и уничтожении наземных целей с использованием многофункциональных РЛС ... 232
5.7.2. Основные характеристики и задачи, решаемые многофункциональной РЛС ... 235

Глава 6. Авиационные средства радиоэлектронной борьбы ... 244
6.1. Задачи авиационных средств РЭБ. Классификация авиационных средств РЭБ ... 244
6.2. Общая характеристика бортовых комплексов обороны воздушных судов военного назначения ... 246
6.3. Классификация радиоэлектронных помех ... 255
6.4. Станции радиотехнической разведки ... 260
6.5. Станции активных помех ... 267
6.6. Активные радиолокационные ловушки ... 271
6.7. Радиоэлектронная защита бортовых РЭС ... 276

Глава 7. Авиационные радиоэлектронные комплексы **279**
7.1. Назначение, решаемые задачи и классификация авиационных радиоэлектронных комплексов 279
7.2. Принципы построения авиационных РЭК 283
7.3. Авиационные РЭК интегрального типа 290
7.4. Направления развития авиационных РЭК 296
Литература **306**

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных составляющих боевого потенциала России является авиационный компонент, с помощью которого можно обеспечить решение большинства тактических задач в борьбе с террористами, в локальных войнах и в крупных межгосударственных конфликтах. В современную эпоху, отличающуюся бурным научно-техническим прогрессом и существенными изменениями в военно-политических и экономических условиях России, особо остро стоит задача развития авиационной техники военного назначения, характеризуемой высокой насыщенностью ее радиоэлектронным оборудованием (РЭО).

Бурное развитие радиоэлектроники с внедрением новейших достижений в микроэлектронике, технике СВЧ, обработке сигналов, системах связи и вычислительной технике становится решающим фактором, влияющим на формирование облика самолетов 5-го поколения. Решение многих функциональных задач, повышающих эффективность действия авиации, осуществляется с помощью бортовых радиоэлектронных систем (БРЭС) и бортовых комплексов (БК).

Современные БРЭС непрерывно совершенствуются. Для их правильного использования инженерно-технический состав должен знать принципы построения и функционирования БРЭС. Возрастающие требования к повышению помехоустойчивости, скрытности, надежности, пропускной способности и дальности действия БРЭС требуют от специалистов знания основ теории и техники БРЭС, без которых затрудняются эксплуатация существующих и освоение новых технических средств инженерно-техническим составом. Поэтому возникает потребность в подготовке учебно-методической литературы, отражающей современное состояние и перспективы развития БРЭС.

При подготовке учебного пособия использовалась только открытая отечественная и зарубежная литература, а также опыт чтения лекций по дисциплине «Бортовые радиоэлектронные системы» в Военном учебно-научном центре ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина». Учебное пособие состоит из семи глав.

В первой главе дается краткая характеристика решаемым задачам и принципам построения бортового радиоэлектронного оборудования, рассматриваются общие сведения о радиосигналах и основные свойства и особенности распространения радиоволн, анализируются основные свойства и особенности распространения радиоволн и общие вопросы построения радиопередающих и радиоприемных устройств.

Во второй главе рассмотрены радиотехнические методы измерения дальности и угловых координат. Особое место отводится доплеровскому методу измерения скорости и методам определения местоположения ВС.

В третьей главе рассмотрены общие вопросы, связанные с принципами построения и классификацией авиационных средств радиосвязи. Описаны виды оконечной аппаратуры авиационных систем связи, электроакустические преобразователи, самолетные магнитофоны и речевые информаторы, самолетные переговорные устройства. Проанализированы особенности построения бортовых радиостанций и перспективы развития авиационных систем радиосвязи, приведены основные технические характеристики бортовых и аварийно-спасательных радиостанций.

Четвертая глава посвящена авиационным радионавигационным системам. Изложены особенности доплеровских измерителей скорости и угла сноса, частотных и импульсных радиовысотомеров, автоматических радиокомпасов. Проанализированы особенности радиотехнических систем ближней и дальней навигации, принципы действия системы посадки, бортовые системы предупреждения столкновений. Особое внимание уделено спутниковым радионавигационным системам и принципам комплексирования навигационных систем.

В пятой главе изложены принципы работы и классификация авиационных радиолокационных систем (РЛС): РЛС перехвата и прицеливания, системы опознавания, РЛС обзора земной поверхности, РЛС профильного полета, метеонавигационные РЛС. Рассмотрено применение истребителей при ведении борьбы с воздушным противником и уничтожении наземных целей с использованием многофункциональных РЛС. Проанализированы основные характеристики и задачи, решаемые многофункциональной РЛС.

Шестая глава посвящена основам построения авиационных средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ). Рассмотрены задачи и классификация авиационных средств РЭБ. Приведены характеристики бортовых комплексов обороны (БКО) воздушных судов военного назначения и классификация радиоэлектронных помех. Представлены основные функции БКО, проанализированы индивидуальные и групповые средства РЭБ. Кратко описаны станции радиотехнической разведки, станции активных помех и активные радиолокационные ловушки, изложены особенности радиоэлектронной защиты бортовых РЭС.

В седьмой главе нашли отражение вопросы классификации и принципов построения авиационных радиоэлектронных комплексов (РЭК). Рассмотрены решаемые задачи и классификация авиационных РЭК, особенности авиационных РЭК интегрального типа. Приведен анализ основных направлений развития авиационных РЭК.

Для обеспечения понимания излагаемого материала учебное пособие иллюстрировано большим количеством графического материала. Список литературы не претендует на полноту и является перечнем материалов, используемых авторами и рекомендуемым для более глубокого изучения.