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

Комплексы авиационного радиоэлектронного оборудования

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

Комплексы авиационного радиоэлектронного оборудования

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

Комплексы авиационного радиоэлектронного оборудования

2016

ВОЕННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ
«ВОЕННО-ВОЗДУШНАЯ АКАДЕМИЯ
имени профессора Н.Е. ЖУКОВСКОГО и Ю.А. ГАГАРИНА»
(г. Воронеж)

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

КОМПЛЕКСЫ АВИАЦИОННОГО РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Учебное пособие

Воронеж
2016

УДК 621.3
ББК 32.84
Л 46

Рецензенты:
доктор технических наук,
старший научный сотрудник *С.П. Баринов*
(АО «Концерн «Радиоэлектронные технологии»),
доктор технических наук, профессор *В.П. Лихачев*
(ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия
имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»)

Леньшин А.В.

Л46 Комплексы авиационного радиоэлектронного оборудования: учебное пособие / А.В. Леньшин, Н.М. Тихомиров, С.А. Попов. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2016. – 374 с.
ISBN 978-5-91972-174-1

В учебном пособии изложены решаемые задачи, принципы построения, назначение и особенности функционирования авиационных радиоэлектронных систем воздушных судов в различных условиях. Рассмотрены основные типы бортовых радиоэлектронных средств и систем.

Предназначено для курсантов и слушателей ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), обучающихся по специальности 250501 «Техническая эксплуатация и восстановление боевых летательных аппаратов и двигателей».

УДК 623.3
ББК 32.84

ISBN 978-5-91972-174-1

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие разработано в соответствии с учебной программой федерального Государственного стандарта 3-го поколения по дисциплине «Комплексы авиационного и радиоэлектронного оборудования». Авторы стремились изложить материал учебного пособия с учетом последних исследований и достижений в области авиационного радиоэлектронного оборудования.

Важнейшей составляющей боевого потенциала России является авиационный компонент, с помощью которого можно обеспечить решение большинства тактических задач в локальных войнах и в крупных межгосударственных конфликтах. В современную эпоху, отличающуюся существенными изменениями в военно-политических и экономических условиях, особо остро стоит задача развития авиационной техники военного назначения, характеризуемой высокой насыщенностью ее радиоэлектронным оборудованием. Решение многих функциональных задач, повышающих эффективность действия авиации, осуществляется с помощью комплексов авиационного радиоэлектронного оборудования.

Учебное пособие написано по материалам открытой отечественной и иностранной печати с учетом опыта чтения лекций по дисциплине «Комплексы авиационного и радиоэлектронного оборудования» в Военном учебно-научном центре ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина». Числовые характеристики и значения параметров, а также примеры технических решений взяты из отечественных и иностранных материалов, опубликованных в открытой печати.

Учебное пособие состоит из шести глав.

В первой главе дается краткая характеристика решаемым задачам авиационного и радиоэлектронного оборудования, рассматриваются общие сведения о радиосигналах, основы теории распространения радиоволн, анализируются общие вопросы построения антенн, радиоприемных и радиопередающих устройств.

Во второй главе рассмотрены принципы построения бортового радиоэлектронного оборудования, радиотехнические методы измере-

ния параметров движения воздушного судна: дальности и угловых координат. Особое место отводится доплеровскому методу измерения скорости и методам определения местоположения ВС.

В третьей главе рассмотрены принципы построения и классификация авиационных средств радиосвязи, основные требования к системам связи. Описаны виды оконечной аппаратуры авиационных систем связи, электроакустические преобразователи, бортовые магнитофоны и речевые информаторы, самолетные переговорные устройства. Проанализированы особенности построения бортовых радиостанций и перспективы развития авиационных систем радиосвязи.

Четвертая глава посвящена авиационным радионавигационным системам. Приведена классификация радионавигационных систем. Описаны доплеровские измерители скорости и угла сноса, частотные и импульсные радиовысотомеры, автоматические радиокомпасы. Проанализированы радиотехнические системы ближней и дальней навигации, принципы действия системы посадки, бортовые системы предупреждения столкновений. Отдельное внимание уделено спутниковым радионавигационным системам.

В пятой главе изложены принципы работы и классификация бортовых радиолокационных систем (РЛС): РЛС перехвата и прицеливания, системы опознавания, РЛС обзора земной поверхности, РЛС профильного полета, метеонавигационные РЛС. Рассмотрены основные характеристики и задачи, решаемые многофункциональной РЛС.

В шестой главе нашли отражение вопросы классификации и принципов построения авиационных радиоэлектронных комплексов (РЭК). Рассмотрены особенности авиационных РЭК интегрального типа. Приведен анализ перспектив развития авиационных РЭС военного назначения.

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 рекомендуемых для более глубокого изучения дисциплины.

Авторы выражают искреннюю благодарность уважаемым рецензентам: заместителю генерального директора АО «Калужский научно-исследовательский радиотехнический институт» доктору

технических наук, старшему научному сотруднику Баринову Сергею Петровичу и профессору кафедры боевого применения средств РЭБ (с воздушно-космическими системами управления и наводящимся оружием) ВУНЦ ВВС «ВВА» доктору технических наук, профессору Лихачеву Владимиру Павловичу, просмотревшим рукопись и сделавшим ряд полезных замечаний и ценных советов, которые были учтены при подготовке учебного пособия к печати.

Авторы признательны и благодарны коллегам (Лебедеву В.В., Богданову Ю.Н., Фурсовой О.И.) по работе в Военно-воздушной академии, оказавшим существенную помощь при подготовке и оформлении графических и иллюстративных материалов настоящего издания, а также всем, кто способствовал улучшению качества и содержания предлагаемого учебного пособия.

Данное учебное пособие окажется полезным не только курсантам и слушателям Военного учебно-научного центра ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), но и всем желающим ознакомиться с принципами функционирования комплексов авиационного радиоэлектронного оборудования.

Авторы будут рады любым конструктивным замечаниям и предложениям по улучшению учебного пособия.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список основных сокращений 3
ВВЕДЕНИЕ 6
Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАДИОСИГНАЛАХ, РАСПРОСТРАНЕНИИ РАДИОВОЛН И АВИАЦИОННОМ РАДИОЭЛЕКТРОННОМ ОБОРУДОВАНИИ **9**
1.1. Назначение, решаемые задачи и принципы построения авиационного радиоэлектронного оборудования 9
1.2. Представление радиосигналов 15
1.3. Основы теории распространения радиоволн 24
1.3.1. Влияние тропосферы на распространение радиоволн 26
1.3.2. Влияние ионосферы на распространение радиоволн 29
1.4. Основные характеристики и параметры антенн 37
1.5. Структура и принцип действия радиопередающих устройств 51
1.6. Структура и принцип действия радиоприемных устройств 56
Контрольные вопросы 64
Глава 2. РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНОГО СУДНА **66**
2.1. Методы измерения дальности 66
2.2. Методы измерения угловых координат 75
2.3. Доплеровский метод измерения скорости 83
2.4. Методы определения местоположения ВС 87
Контрольные вопросы 92
Глава 3. АВИАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ РАДИОСВЯЗИ **95**
3.1. Классификация авиационных средств связи. Основные требования, предъявляемые к системам связи 95
3.2. Оконечная аппаратура авиационных систем связи. Электроакустические преобразователи 101
3.2.1. Микрофоны 102
3.2.2. Ларингофоны 110

3.2.3. Телефоны и громкоговорители ... 111
3.3. Бортовые устройства записи речевой информации ... 115
3.3.1. Самолетные магнитофоны ... 116
3.3.2. Принцип цифровой звукозаписи ... 123
3.3.3. Цифровые регистраторы звуковой информации ... 127
3.4. Аппаратура внутренней связи ... 130
3.5. Бортовые авиационные радиостанции ... 134
3.6. Связное оборудование современного истребителя-бомбардировщика Су-34 ... 145
3.7. Перспективные авиационные комплексы радиосвязи ... 150
Контрольные вопросы ... 158
Глава 4. АВИАЦИОННЫЕ РАДИОНАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ... **160**
4.1. Общие сведения о задачах навигации воздушных судов. Классификация радионавигационных систем ... 160
4.2. Доплеровские измерители скорости и угла сноса ... 166
4.2.1. Назначение, основные характеристики и типы ДИСС ... 166
4.2.2. Многолучевые доплеровские измерители скорости ... 169
4.3. Радиовысотомеры ... 178
4.3.1. Общие сведения о радиовысотомерах ... 178
4.3.2. Частотные радиовысотомеры ... 180
4.3.3. Импульсные радиовысотомеры ... 184
4.4. Автоматические радиокомпасы ... 187
4.5. Радиотехнические системы дальней навигации ... 197
4.5.1. Фазовые РСДН СДВ-диапазона ... 198
4.5.2. Импульсно-фазовые РСДН ДВ-диапазона ... 205
4.6. Радиотехнические системы ближней навигации ... 209
4.6.1. РСБН дециметрового диапазона ... 212
4.6.2. РСБН метрового диапазона ... 216
4.7. Системы посадки ... 220
4.7.1. Общая характеристика систем посадки ... 220
4.7.2. Принцип действия системы посадки ... 227
4.8. Спутниковые радионавигационные системы ... 231
4.8.1. Общие сведения о спутниковых РНС ... 231

4.8.2. Состав и основные функции спутниковых РНС 239
4.8.3. Характеристика сигналов ГЛОНАСС и GPS 245
4.9. Системы предупреждения столкновений 253
4.10. Принципы комплексирования навигационных систем 260
Контрольные вопросы 265

Глава 5. АВИАЦИОННЫЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ **268**
5.1. Общие сведения о РЛС. Классификация РЛС 268
5.2. Тактико-технические параметры РЛС 276
5.3. Системы опознавания 279
5.4. РЛС перехвата и прицеливания 283
5.4.1. Внешнее наведение истребителя 287
5.4.2. Автономное наведение истребителя 290
5.5. РЛС обзора земной поверхности 300
5.6. РЛС профильного полета 310
5.7. Метеонавигационные РЛС 314
5.8. Многофункциональные РЛС 317
5.8.1. Основные характеристики и задачи, решаемые многофункциональными РЛС 317
5.8.2. Применение истребителей при ведении борьбы с воздушным противником и уничтожении наземных целей с использованием многофункциональных РЛС 327
Контрольные вопросы 330

Глава 6. АВИАЦИОННЫЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ **333**
6.1. Назначение, решаемые задачи и классификация авиационных радиоэлектронных комплексов 333
6.2. Принципы построения авиационных РЭК 339
6.3. Авиационные РЭК интегрального типа 347
6.4. Направления развития авиационных РЭК 358
Контрольные вопросы 368

Список литературы **369**