

П.И. ДУДНИК, Г.С. КОНДРАТЕНКОВ, Б.Г. ТАТАРСКИЙ,
А.Р. ИЛЬЧУК, А.А. ГЕРАСИМОВ

АВИАЦИОННЫЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

Под редакцией П.И. ДУДНИКА

Допущено Министерством обороны Российской Федерации
в качестве учебника для слушателей и курсантов
высших военно-учебных заведений Военно-воздушных сил,
обучающихся по специальностям
«Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»
и «Средства радиоэлектронной борьбы».

Издание ВВИА имени профессора Н.Е. Жуковского
2006

УДК 621.396.96

ББК 32.95

Р е ц е н з е н т ы:

Доктор технических наук, профессор Богданов А.В.

(Военная академия военно-космической обороны
им. маршала Советского Союза Г.К. Жукова).

Начальник отдела – Главный инженер по эксплуатации
и войсковому ремонту комплексов РЭО самолетов и вертолетов
Я.В. Шемель.

Авиационные радиолокационные комплексы и системы.

Учебник для слушателей и курсантов ВУЗов ВВС. П.И. Дудник, Г.С. Кондратенков, Б.Г. Татарский, А.Р. Ильчук, А.А. Герасимов. Под ред. П.И. Дудника. – М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2006 – 1112 с.: илл. – 427, табл.17.

Учебник ставит своей целью дать слушателям и курсантам знания, необходимые при изучении и эксплуатации радиолокационных систем авиационных боевых комплексов.

В учебнике содержится материал по теоретическим основам радиолокации, принципам построения радиолокационных комплексов и систем различного назначения, методам радиолокационного обеспечения боевых действий авиации (дается обоснование тактических требований к радиолокационным станциям). Излагается методика расчетов тактических характеристик и параметров РЛС.

Учебник предназначен для инженерных ВВУЗов ВВС. Написан он в соответствии с программой дисциплины «Авиационные радиолокационные комплексы и системы». Содержание учебника согласовано с другими дисциплинами радиотехнической специальности и опирается на материал, излагаемый в дисциплинах, предшествующих «Авиационным радиолокационным комплексам и системам».

УДК 621.396.96

ББК 32.95

П.И. Дудник, Г.С. Кондратенков,
Б.Г. Татарский, А.Р. Ильчук, А.А. Герасимов
Издательство ВВИА
им. проф. Н.Е. Жуковского, 2006

ВВЕДЕНИЕ

Военно-воздушные силы имеют на вооружении современные радиоэлектронные комплексы, играющие существенную роль в обеспечении эффективного боевого применения самолетов и вертолетов. Радиолокационные системы входят как важнейшие составные части в состав радиоэлектронных комплексов различного назначения.

Глубокие и разносторонние знания теории и принципов действия радиолокационных комплексов и систем необходимы инженерно-техническому составу ВВС для обеспечения грамотной эксплуатации радиолокационной техники, являющейся основой эффективного боевого применения авиационных комплексов. Знание теории и принципов построения перспективных типов радиолокационных систем, заложенных в учебнике, позволят быстро и эффективно осваивать и новые образцы радиолокационной техники, поступающей на вооружение.

В учебнике излагаются теоретические основы радиолокации, принципы построения авиационных радиолокационных систем и устройств различного назначения, рассматриваются особенности применения радиолокационных систем для решения задач боевого применения авиационных комплексов, дается обоснование тактико-технических требований к радиолокационным системам.

Зарождение радиолокации можно отнести к лету 1897 года, когда в Финском заливе проводились испытания беспроволочного телеграфа, радиоаппаратуры, изобретенной А.С. Поповым. На транспорте «Европа» и крейсере «Азия» была установлена приемная и передающая аппаратура и между ними поддерживалась непрерывная радиосвязь. Неожиданно между кораблями прошел линейный крейсер «Лейтенант Ильин». Связь между кораблями прервалась. Через некоторое время, когда «Лейтенант Ильин» прошел линию, соединяющую корабли, связь возобновилась. Это «затенение» было замечено испытателями, и в отчете А.С. Попова по результатам экспериментов отмечалось, что появление каких-либо препятствий

между передающей и приемной позициями может быть обнаружено как ночью, так и в тумане. Так родилась радиолокация.

В первые годы после изобретения радио появилось много предложений по созданию устройств обнаружения и определения координат отражающих объектов при помощи радиоволн. Однако эти предложения и даже патентованные изобретения приборов обнаружения в то время – начала развития радиотехники – не могли быть реализованы из-за слабого еще уровня производства радиоаппаратуры.

К 30-м годам интенсивно развивается авиация, увеличиваются скорость и высота полета самолетов. В этот период уже остро ставится вопрос об обнаружении самолетов на возможно больших расстояниях и создании приборов, обеспечивающих точное прицеливание зенитной артиллерии в сложных погодных условиях и ночью.

Идея обнаружения самолетов с помощью радиоволн возникла в нашей стране в 1932 г. практически одновременно в двух центральных управлениях Народного Комиссариата Оборона: в Военно-техническом управлении (ВТУ) и в Управлении ПВО. Осенью 1933 г. инженеры Главного артиллерийского управления (ГАУ) и Центральная радиолaborатория (ЦРЛ) заключили договор о выполнении работ по радиообнаружению самолетов. Руководил работами инженер Ю.К. Коровин. И уже 3 января 1934 года был проведен первый удачный эксперимент по радиообнаружению самолетов. Была разработана радиолокационная установка непрерывного излучения с передатчиком мощностью всего 0,2 Вт на волне 50 см и суперрегенеративным приемником. Использовались две параболические антенны диаметром 2 м, разнесенные на 8 м друг от друга.

С целью более глубокого изучения основных идей по радиообнаружению в конце 1934 года в Академии наук было проведено совещание специалистов в области радиотехники и физики. В обсуждении поставленных вопросов принимали участие известные академики А.Ф. Иоффе, Г.И. Вавилов, профессор Н.Д. Папалекси и др.

С конца 1935 года начались разработки нескольких типов РЛС дальнего обнаружения. Весной 1937 г. испытывалась РЛС с непрерывным излучением «Ревень» или РУС-1 (РУС – радиоуправляватель самолетов). Всего было изготовлено 45 комплектов РУС-1. Эти РЛС

нашли применение в системе ПВО во время войны с белофиннами в 1939-1940 годах.

Более эффективными оказались импульсные РЛС, так как они обеспечивали не только обнаружение, но и измерение расстояний до цели. Осенью 1937 года прошла испытания импульсная РЛС типа «Редут», показавшая возможность обнаружения самолетов на расстояниях до 100 км. Мощность в импульсе была порядка 50 кВт, длина волны около 4 м. Доработанный вариант РЛС под названием РАС-2 был принят на вооружение (приказ Наркома Обороны от 26 июля 1940 г.). Мощность в импульсе была увеличена до 100 кВт, а расстояние обнаружения составляло порядка 150 км. В 1941 г. был разработан и принят на вооружение подвижный вариант станции РАС-2 под названием «Пегматит» (или РУС-2с) на автомашине с использованием одной антенны на передачу и на прием сигналов.

За большой научно-технический вклад в процесс создания новых импульсных РЛС группе сотрудников Ленинградского физико-технического института (ЛФТИ): Ю.Б. Кобзареву, П.А. Погорелко и Н.Я. Чернецову в 1941 г. была присуждена Государственная премия СССР.

Идея установки РЛС на самолеты ВВС возникла позднее, примерно в 1939 г., когда развитие авиационной техники позволяло уже совершать полеты в сложных условиях при отсутствии оптической видимости днем и ночью. Кроме того, нарастала угроза агрессии со стороны немецкого фашизма и требовалось обеспечивать надежный перехват воздушного противника в сложных метеорологических условиях и ночью. В начале 1941 г. был разработан лабораторный макет первой РЛС под названием «Гнейс-1» сантиметрового диапазона волн. Однако трудности военного времени не позволили довести РЛС сантиметрового диапазона до летных испытаний. И было принято решение разработать РЛС метрового диапазона для установки на перехватчиках типа Пе-2 и Пе-3. В июле 1942 г. РЛС типа «Гнейс-2» метрового диапазона (длина волны 1,5м) успешно прошла государственные испытания и уже в конце 1942 г. применялась в боевых условиях под Москвой. Затем для перехвата немецких самолетов, снабжавших окруженную армию Паулюса под Сталинградом, была направлена группа самолетов Пе-2 с РЛС «Гнейс-2» в район Сталинграда.

Послевоенные годы характеризовались широким развитием бортовой радиолокационной техники. Создавались РЛС для самолетов истребительной, фронтовой и дальней авиации.

Для первого послевоенного тяжелого бомбардировщика типа Ту-4 в 1946-1948гг. был разработан комплекс радиолокационной аппаратуры в составе самолетного радиолокационного бомбоприцела «Кобальт» (позднее РЛС «Рубидий») и РЛС обеспечения защиты хвоста. РЛС «Рубидий» работала в сантиметровом диапазоне волн, имела мощность излучения (в импульсе) порядка 65 кВт. Обеспечивалось обнаружение крупных объектов на расстоянии до 100 км. Прицельное бомбометание осуществлялось в сложных метеоусловиях с высот 3000-10000 м. Точность определения расстояния до цели была не хуже ± 100 м, а по азимуту – $\pm 1,5^\circ$.

В период 1949-1952 гг. был разработан более современный радиолокационный бомбоприцел РБП-4 для бомбардировщика Ту-16. В этот же период для самолета Ил-28, фронтового бомбардировщика, был создан радиолокационный бомбоприцел ПСБН-М.

Дальнейшее развитие получили и радиолокационные системы для истребительной авиации. Разработанные в годы Великой Отечественной войны самолетные РЛС типа «Гнейс» фактически не были прицельными системами, они обеспечивали только обнаружение самолетов противника и скрытное сближение с ними.

Разработка первых прицельных радиолокационных систем относится к началу 1949г. Для истребителя МиГ-15 была создана РЛС сантиметрового диапазона под шифром «Торий» (конструктор А.Б. Слепушкин). В 1952г. была принята на вооружение РЛС «Изумруд» (радиолокационный прицел РП-1) разработки конструктора В.В. Тихомирова. Радиолокационные станции РП-1 и позднее РП-5 (для самолета МиГ-17) обеспечивали обнаружение воздушных целей на расстоянии до 12 км (по истребителям) и сближение с целью до дистанции прицельной стрельбы из пушек (около 2 км). РЛС обеспечивала прицеливание по индикатору на лобовом стекле с использованием данных счетно-решающего устройства оптического стрелкового прицела АСП-3н. Зона обнаружения целей составляла по азимуту $\pm 60^\circ$, а по углу места – $\pm 26^\circ$. Мощность излучения была порядка 50-60 кВт. Работала РЛС РП-1 (и РП-5) в сантиметровом диа-

пазоне волн.

В последующие годы все типы самолетных радиолокационных систем получили дальнейшее развитие на базе последних достижений современной радиоэлектроники. Начиная с 1979г. на вооружение поступают импульсно-доплеровские РЛС, обеспечивающие эффективное обнаружение воздушных целей на фоне отражений от земли. Так, на самолете МиГ-31 была установлена импульсно-доплеровская РЛС «Заслон» с режимом высоких частот повторения импульсов (ВЧП), обеспечивающая обнаружение воздушных целей на расстоянии до 300 км. Характерно для этой РЛС, что впервые в мире использовалась в качестве антенны фазированная антенная решетка (ФАР). Ее применение позволяло одновременно атаковать ракетами 4 цели. Импульсно-доплеровские РЛС устанавливаются и на всех модификациях самолета МиГ-29, с 1982г. на самолете МиГ-29 установлена импульсно-доплеровская РЛС типа РЛПК-29.

Учебник написан по материалам открытой отечественной и иностранной печати. Перечень использованной литературы приведен в конце книги. Все числовые характеристики и параметры РЛС, а также примеры технических решений взяты из отечественных и иностранных источников и были опубликованы в открытой печати.

В учебнике имеется четыре раздела: «Теоретические основы и принципы работы радиолокационных систем»; «Радиолокационные системы комплексов перехвата и дальнего обнаружения воздушных целей (радиолокационные системы класса «воздух-воздух»)»; «Радиолокационные комплексы и системы ударных и разведывательно-ударных авиационных комплексов»; «Перспективы развития радиолокации».

В первом разделе рассматриваются физические основы радиолокационных методов обнаружения целей и способов измерения их координат и параметров движения. Представлены основные характеристики целей. Оцениваются предельные возможности радиолокационных систем по обнаружению целей, по разрешению нескольких целей и точности измерений координат и параметров движения. Основное внимание уделяется установлению количественных соотношений, связывающих тактические характеристики радиолокационных систем и их технические показатели и параметры.

Во втором разделе основное внимание уделено рассмотрению

принципов действия и особенностей построения радиолокационных систем обнаружения и перехвата воздушных целей. Большая часть раздела посвящена анализу импульсно-доплеровских радиолокационных систем, составляющих основную часть радиоэлектронного оборудования современных и перспективных авиационных комплексов истребительной авиации. Рассмотрены возможности наблюдения целей на фоне мешающих отражений и пассивных помех, селекция движущихся целей.

Третий раздел посвящен радиолокационным системам ударных и разведывательно-ударных авиационных комплексов. Рассмотрены современные методы получения радиолокационных изображений поверхности земли и наблюдения наземных целей с высокой и предельно высокой разрешающей способностью. Получение высокой разрешающей способности позволяет осуществлять обнаружение и уничтожение малоразмерных наземных целей, в том числе и движущихся, в сложных метеоусловиях днем и ночью. В данном разделе описываются и радиолокационные системы обеспечения безопасности полета на малых и предельно малых высотах с обходом и облетом препятствий.

Четвертый раздел В качестве перспективных направлений развития авиационной радиолокационной техники рассмотрены многопозиционные системы и многофункциональные радиолокационные системы на базе многофункциональных апертур и фазированных антенных решеток.

Учебник предназначен для инженерных ВВУЗов ВВС при изучении учебных дисциплин «Авиационные радиолокационные системы» на факультетах радиотехнической специальности.

Труд по написанию учебника распределен среди авторов следующим образом: П.И. Дудник написал введение, главы 3,4,5, 6,7,8,9,10,11,12(п.1-6),13,15,19; Г.С. Кондратенков – главы 17,18; Б.Г. Татарский – главы 1,2,12(п.7-8),14; А.Р. Ильчук – главу 14; А.А. Герасимов – главы 16, 20,21. Общее редактирование выполнено П.И. Дудником.

Авторы выражают большую благодарность С.П.Королькову за подготовку рукописи к изданию.

