

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

*60-летию
Радиотехнических войск
посвящается*

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ВОЙСК

Учебник

*Под общей редакцией кандидата технических наук,
доцента полковника запаса В.Н.ТЯПКИНА*

Допущено Министерством обороны Российской Федерации
в качестве учебника для студентов военных кафедр и курсантов учебных
военных центров Военно-воздушных сил, обучающихся по военно-учетной
специальности «Эксплуатация и ремонт радиолокационных комплексов
противовоздушной обороны Военно-воздушных сил», 07.04.2011

Красноярск
СФУ
2011

УДК 621.396.967 (075.2)
ББК 32.95я73
О75

Авторы:

**В.Н. Тяпкин, А.Н. Фомин, Е.Н. Гарин, Ю.Л. Фатеев, В.П. Бердышев,
А.А. Ноговицын, А.В. Темеров, В.Г. Сомов, И.В. Лютиков**

Рецензенты:

кафедра радиолокации и радиоуправления ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»;

Ю.Д. Каргашин, нач. кафедры радиолокации и радиоуправления ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

О75 Основы построения радиолокационных станций радиотехнических войск: учебник / В.Н. Тяпкин, А.Н. Фомин, Е.Н. Гарин [и др.]; под общ. ред. В.Н. Тяпкина. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т. – 2011. – 536 с.
ISBN 978-5-7638-2480-3

В учебнике приведены общие сведения о РЛС РТВ, их характеристиках и принципах построения; рассмотрены способы обзора пространства и измерения координат целей; даны основные технические характеристики и способы построения передающих устройств РЛС РТВ. Особое внимание уделено анализу влияния и вида зондирующего сигнала на защищенность РЛС от активных и пассивных помех, разрешающую способность и точность измерения координат. Приведены структурные схемы тракта приема и выделения сигналов, способы приема и обработки различных типов сигналов РЛС на фоне помех; методы и устройства защиты РЛС РТВ от активных и пассивных помех, особенности их технической реализации; изложены принципы построения устройств отображения радиолокационной информации и работы устройств формирования разверток индикаторов и масштабных меток.

Учебник предназначен для студентов военных кафедр и курсантов учебных военных центров Военно-воздушных сил, обучающихся по военно-учетной специальности «Эксплуатация и ремонт радиолокационных комплексов противовоздушной обороны Военно-воздушных сил», а также может быть использован студентами вузов укрупненной группы направления подготовки специальностей 210000 «Электронная техника, радиотехника и связь» (спец. 210304.65 «Радиоэлектронные системы») и всеми, интересующимися вопросами построения, развития и современного состояния РЛС РТВ.

**УДК 621.396.96(075.8)
ББК 32.95я**

ISBN 978-5-7638-2480-3

© Сибирский федеральный университет, 2011

ВВЕДЕНИЕ

Воздушно-космическое пространство в современных условиях превратилось в сферу вооруженного противоборства. С этой целью ведущие государства непрерывно совершенствуют средства воздушно-космического нападения (СВКН).

Успешное решение задач обороны от СВКН, защиты объектов страны, населения, войск и сил флота от ударов с воздуха невозможно без постоянно действующей эффективной разведки воздушного противника. Выполнение задач разведки возложено, в основном, на Радиотехнические войска (РТВ) Военно-воздушных сил (ВВС).

Идея радиолокационного обнаружения (РЛО) летательных аппаратов зародилась в начале 1930-х годов в связи с потребностями противосамолетной обороны, а история радиолокации начинается с гениально простого изложения идеи обнаружения воздушных объектов П. К. Ощепковым в 1934 г. («Сборник ПВО», №2).

В этом же 1934 г. была заказана и испытана радиолокационная (РЛС) непрерывного излучения дециметрового диапазона «Буря» для управления стрельбой зенитной артиллерии и прожекторами.

В предвоенный период (до 1941г.) происходило освоение основных технических решений для создания генераторов сверхвысоких частот (СВЧ), направленных антенн, приемных и индикаторных устройств, методов измерения дальности и угловых координат целей.

Первые выпускаемые серийно РЛС метрового диапазона волн для обнаружения самолетов РУС-1 («Ревень») были многопозиционными и лишь фиксировали пролет самолета через линию «передатчик – приемник». Всего было выпущено 44 комплекта РЛС.

В 1940 г. была принята на вооружение первая импульсная РЛС РУС-2, обладающая разрешением по дальности, а одноантенные варианты этой РЛС («Редут» на автомобилях и «Пегматит» – в прицепах) стали основными РЛС разведки воздушного противника в годы Великой Отечественной войны. Но уже в 1944 г. на основе РУС-2 была создана РЛС П-3А, способная измерять третью координату – высоту цели с помощью двухъярусной антенны и гониометра.

Великая Отечественная война показала необходимость усиленного развития военной радиолокации, а начавшаяся «холодная война» сделала решение этой проблемы безотлагательным. Создание радиолокационной техники было поручено ряду специализированных НИИ с привлечением виднейших ученых. В 1946 г. закончился первый этап – этап первоначального развития радиолокационной техники.

На первом этапе огромный вклад в развитие радиолокации внесли видные ученые и специалисты: П.К. Ощепков, М.М. Лобанов, Ю.К. Коро-

вин, А.А. Чернышов, Б.Н. Шембель, Д.С. Стогов, П.А. Рожанский, Ю.Б. Кобзарев, П.А. Погорадко, Н.Я. Чернецов и др.

Второй этап развития радиолокационной техники охватывает ориентировочно 1946–1962 гг.

Этот период характеризуется освоением сантиметрового диапазона волн (1949 г. – РЛС «Обсерватория» П-50, 1951 г. – «Перископ» П-20), индикаторов кругового обзора с яркостной отметкой – ИКО и секторных, ростом дальности, высоты обнаружения целей и точности радиолокационных измерений координат, измерением высоты цели «На проходе» (V -луч).

Появляются системы защиты от пассивных помех, перестройки по частоте передатчиков РЛС.

В 1956 г. на смену РЛС П-20 поступает полностью отечественный вариант – РЛС П-30, в дальнейшем дальномеры П-35, П-37, 1Л-118 «Лира», отличающиеся от зарубежных аналогов простотой реализации, надежностью при высоких значениях тактико-технических характеристик (ТТХ). Этими же качествами обладали и РЛС метрового диапазона: П-8 (1950 г.), П-10, П-12 (1956 г.). На данном этапе принимаются на вооружение оригинальные РЛС: П-15 дециметрового диапазона волн для маловысотного поля (1956 г.), радиолокационные комплексы «Дальномер-высотомер» (П-35 и ПРВ-10 – 1956 г., П-80 «Алтай» с высотомером ПРВ-11 – в 1962 г.), мощная РЛС метрового диапазона П-14 с зеркальной антенной большого размера, первая общегосударственная система радиолокационного опознавания «Кремний-2М», которой оснащаются все РЛС.

Развитие радиолокационной техники, расширение пространственно-временных границ ее использования обусловили появление в 1952 г. самостоятельного рода войск противовоздушной обороны (ПВО) – РТВ.

Период с середины 1960-х до середины 1970-х годов можно считать третьим этапом развития радиолокационной техники РТВ. Принцип комплексирования радиолокационных дальномеров (РЛДр) и радиовысотомеров на этом этапе был основным. РТВ оснащаются более совершенными радиовысотомерами: ПРВ-11 (1962 г.), ПРВ-13 (1969 г.), ПРВ-17 (1975 г.) – для высотных целей и ПРВ-9, ПРВ-16 – для маловысотных целей. Основным радиолокационным комплексом (РЛК) радиотехнических войск стал комплекс 5Н87 (1972 г.), обладающий высокими дальностью, высотой обнаружения целей и помехозащищенностью. Его модернизации (РЛК 64Ж6) поступали в войска и в 1980-х годах.

На основе РЛС П-14 в 1969 г. создана специальная РЛС большой дальности П-70 «Лена-М», обладающая высоким энергетическим потенциалом (впервые применен сложный линейно-частотно-модулированный (ЛЧМ) зондирующий сигнал).

В этот же период создаются и РЛС специального назначения: «Лиана», размещаемая на самолете ТУ-126 – бортовой радиолокационно-связной комплекс для выноса рубежей радиолокационной разведки в океан

на дальность до 2 000 км от побережья; П-95 «Буг» и П-96 «Оскол» для повышения надёжности с радиопрозрачными укрытиями для антенн, размещаемые в удаленных районах.

Таким образом, для третьего этапа развития радиолокационной техники характерны:

увеличение средней мощности, сложности модуляции и улучшение степени когерентности зондирующих сигналов;

улучшение качества и рост размеров антенных систем РЛС;

внедрение комплекса методов и технических средств помехозащиты, в т. ч. адаптивных;

развитие системы пассивной локации постановщиков активных помех (ПАП);

автоматизация процессов извлечения, сбора, обработки и передачи радиолокационной информации (РЛИ): поступают в войска комплексы средств автоматизации (КСА) «Воздух» и «Луч».

Развитие радиолокационной техники в 1960–1970-х годах основывалось на имеющейся теории радиолокации и помехозащиты, в создание которой и практическое совершенствование внесли большой вклад ученые Военной инженерной радиотехнической академии противовоздушной обороны им. маршала Л. А. Говорова (ВИРТА ПВО) г. Харьков: В.И. Гомозов, С.И. Красногоров, И.В. Перетягин, В.В. Фединин, Я.Д. Ширман, удостоенные Государственной премии.

Четвертый этап развития радиолокационной техники (начинается с середины 1970-х годов) характеризуется новыми техническими возможностями и новыми требованиями к информативности, помехозащищенности и живучести РЛС РТВ. По этим причинам пришлось отказаться от комплексов «РЛДр плюс ПРВ» и снова перейти к трехкоординатным РЛС кругового обзора, но на качественно новом уровне, с использованием многоканальности в угломестной плоскости. Так, в 1978 г. принимается на вооружение 3-координатная РЛС дальнего обнаружения дециметрового диапазона 5Н69 (СТ-67) с двухзеркальной антенной больших размеров. Трехкоординатные РЛС маловысотного поля 5Н59 (1979 г.) и 19Ж6 (1981 г.) выполнены с широким применением цифровой техники обработки сигналов и РЛИ. В 1982 г. принята на вооружение трехкоординатная РЛС метрового диапазона волн 55Ж6 «Небо».

В РЛС 5У75 «Перископ-В» (1978 г.) и её модернизированном варианте 57У6 (1984 г.), предназначенных для горных позиций, использованы системы дистанционного управления и автоматического контроля технического состояния, цифровая фильтрация сигналов. Практически полностью «цифровой» становится аппаратура наземного радиолокационного запросчика (НРЗ) новой системы «Пароль» (1977 г.).

Следует отметить, что на этом этапе активно совершенствуется и техника автоматизированных систем управления (АСУ) ротного, батальонного

и более высоких уровней. На смену объектам АСУ системы «Луч-2» приходят объекты АСУ «Луч-3» и «Пирамида», построенные на новой элементной базе и с улучшенными характеристиками. Кроме того, функции первичной обработки РЛИ перешли к РЛС нового поколения, обеспечивающим, как правило, «автосъем» координат целей и выдачу их в цифровой форме на АСУ, в ряде образцов и автоматическую проводку трасс целей.

Таким образом, четвертый этап развития радиолокационной техники и РТВ отличается от предыдущих этапов по уровню технологии и обеспечиваемым ею принципиальным возможностям построения совершенных РЛС. Однако стоимость техники нового поколения велика, поэтому практически реализовать все достижения теории, методы излучения, приема и обработки сигналов и, в целом, информации в каждом образце РЛС невозможно. Противоречия разрешаются рациональным выбором типажа парка РЛС, распределением решаемых задач между классами РЛС, оптимизацией сложности образцов, объемов их производства, расхода и выполнения ресурса на основе военно-экономического анализа.

Военный инженер в РТВ уже на уровне батальонного звена сталкивается на практике с такими особенностями системы радиолокационного вооружения (РЛВ) РТВ, как её пространственный размах и структурная сложность, разнообразие образцов, трудность поддержания высоких боевых и эксплуатационных показателей, непрерывность и преемственность развития. Уровень подготовки офицеров-специалистов РТВ должен обеспечивать знания не только конкретных образцов, но и глубокое понимание общих закономерностей построения основных классов РЛС РТВ, способов и технических средств достижения требуемых ТТХ, тенденций развития РЛС, развивать способность к самостоятельному освоению вновь поступающих образцов техники. Решение этих задач и обеспечивает дисциплина «Основы построения РЛС РТВ».

В результате изучения дисциплины студенты и курсанты должны:

З н а т ь:

- принципы и методы радиолокации;
- принципы построения основных систем и устройств РЛС различного боевого назначения;
- технические характеристики систем и устройств РЛС;
- алгоритмы обработки РЛИ, реализованные в существующих и перспективных РЛС;
- принципы, методы и устройства пространственной, поляризованной и временно-частотной селекции радиолокационных сигналов на фоне внешних помех;
- принципы и методы оценки боевых возможностей РЛС в различных условиях воздушной и помеховой обстановки.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Радиолокационная система РТВ.....	8
1.1. Принципы построения радиолокационной системы РТВ	8
1.2. Внешняя среда радиолокационной системы РТВ	15
1.2.1. Радиолокационные цели.....	15
1.2.2. Мешающие отражения	19
1.2.3. Внешние излучения	21
1.2.4. Среда распространения радиоволн	23
1.3. Классификация РЛС РТВ	26
1.4. Основные тактико-технические характеристики РЛС РТВ	33
1.5. Обобщенная структурная схема РЛС	39
1.6. Общие сведения о системе с активным запросом-ответом	44
1.7. Кодирование и декодирование сигналов в системах опозна- вания	48
1.7.1. Кодирование ответных сигналов в НРЗ	48
1.7.2. Декодирование ответных сигналов в НРЗ.....	53
1.8. Структурная схема РЛС с истинной внутренней когерентно- стью	55
1.9. Структурная схема РЛС с эквивалентной внутренней коге- рентностью.....	60
1.10. Структурная схема РЛС с эквивалентной внешней коге- рентностью.....	61
1.11. Общие сведения о системах пассивной локации.....	63
Контрольные вопросы	76
Глава 2. Способы обзора пространства и измерения координат целей РЛС РТВ	78
2.1. Зона обнаружения РЛС.....	78
2.2. Способы обзора пространства и их влияние на боевые воз- можности РЛС	85
2.3. Способы формирования зоны обнаружения	90
2.3.1. Зоны обнаружения целей дальномерами.....	93
2.3.2. Зоны обнаружения целей радиовысотомерами	96
2.3.3. Зоны обнаружения целей трехкоординатными РЛС.....	97
2.4. Особенности формирования зоны обнаружения целей в РЛС метрового диапазона волн.....	101
2.5. Способы измерения координат целей.....	111
2.5.1. Измерение наклонной дальности до цели	112
2.5.2. Измерение азимута цели	118
2.5.3. Измерение высоты полета цели.....	120

2.6. Антенно-волноводные системы РЛС	132
2.6.1. Основные характеристики антенно-волноводных систем	133
2.6.2. Антенно-волноводный тракт РЛС сантиметрового диапазона волн 19Ж6	135
2.6.3. Антенно-волноводный тракт РЛС дециметрового диапазона волн 22Ж6	140
2.6.4. Антенно-волноводный тракт РЛС метрового диапазона волн 55Ж	143
Контрольные вопросы	148
Глава 3. Радиопередающие устройства РЛС РТВ	150
3.1. Зондирующие сигналы и влияние их параметров на характеристики РЛС	151
3.1.1. Зависимость дальности обнаружения целей от параметров зондирующих сигналов	153
3.1.2. Зависимость разрешающей способности РЛС от параметров зондирующих сигналов	159
3.1.3. Зависимость точности измерения координат целей от параметров зондирующих сигналов	166
3.1.3.1. Классификация ошибок измерения	166
3.1.3.2. Ошибки измерения дальности	168
3.1.3.3. Ошибки измерения угловых координат	169
3.1.4. Влияние параметров зондирующих сигналов на защищенность РЛС от активных помех	170
3.1.5. Влияние параметров зондирующих сигналов на защищенность РЛС от пассивных помех	171
3.2. Основные типы передающих устройств РЛС	172
3.2.1. Однокаскадные радиопередающие устройства РЛС	172
3.2.2. Особенности построения однокаскадных радиопередающих устройств РЛС	174
3.2.3. Многокаскадные радиопередающие устройства РЛС ..	179
3.2.4. Особенности построения многокаскадного радиопередающего устройства с «простым» зондирующим сигналом	192
3.2.5. Особенности построения многокаскадного радиопередающего устройства с ФКМ зондирующим сигналом	196
3.2.6. Особенности построения многокаскадного радиопередающего устройства с лчм зондирующим сигналом	204
3.3. Импульсные модуляторы однокаскадных радиопередающих устройств	212

3.3.1. Принципы построения импульсных модуляторов и их классификация	212
3.3.2. Импульсный модулятор с полным разрядом накопителя	214
3.3.3. Импульсный модулятор с частичным разрядом накопителя	221
3.3.4. Генераторные приборы однокаскадных радиопередающих устройств	222
Контрольные вопросы	231
Глава 4. Радиоприемные устройства РЛС РТВ	233
4.1. Структурная схема тракта приема и выделения сигналов из помех	233
4.2. Технические характеристики радиоприемных устройств и их влияние на боевые возможности РЛС	240
4.3. Способы увеличения динамического диапазона радиоприемных устройств	245
4.4. Радиоприемные устройства для обработки узкополосных эхо-сигналов	257
4.5. Радиоприемные устройства для выделения широкополосных эхо-сигналов	263
4.5.1. Прием и обработка линейно-частотно-модулированных сигналов	264
4.5.2. Прием и обработка фазокодоманипулированных сигналов	268
4.6. Устройства накопления эхо-сигналов	272
4.6.1. Назначение и классификация устройств накопления радиолокационных эхо-сигналов	272
4.6.2. Некогерентные накопители эхо-сигналов	273
4.6.3. Когерентные накопители эхо-сигналов	276
4.6.4. Рециркуляторы. Принципы построения	281
4.6.5. Цифровые устройства накопления радиолокационных эхо-сигналов	286
Контрольные вопросы	290
Глава 5. Способы и устройства защиты РЛС РТВ от активных помех	292
5.1. Технические характеристики систем защиты РЛС РТВ от активных помех	293
5.2. Способы защиты РЛС РТВ от активных помех	294
5.2.1. Уравнение противорадиолокации	294
5.2.2. Частотная селекция эхо-сигналов и помех	300
5.2.3. Поляризационная селекция	303
5.2.4. Временная селекция	305

5.2.4.1. Селекция по длительности импульсов	305
5.2.4.2. Селекция импульсов по периоду повторения...	306
5.2.5. Пространственная селекция.....	308
5.3. Адаптивная пространственная селекция эхо-сигналов и активных шумовых помех	312
5.3.1. Принцип работы корреляционного автокомпенсатора.	312
5.3.2. Квадратурный автокомпенсатор активных помех	314
5.3.3. Гетеродинный автокомпенсатор активных помех	319
5.4. Алгоритмы и устройства адаптации к активным помехам в РЛС с фазированной антенной решеткой.....	324
5.4.1. Алгоритм адаптивного обнаружителя сигнала на фоне коррелированных помех	324
5.4.2. Дискретное оценивание измеряющейся во времени корреляционной матрицы помехи	330
5.4.3. Оценивание изменяющейся по мощности и во времени обратной корреляционной матрицы помехи	335
5.4.3.1. Алгоритмы и устройства текущего оценивания весового вектора	337
5.4.3.2. Диаграмма направленности фазированной антенной решетки при адаптации к помеховой обстановке.....	345
5.4.3.3. Способы сохранения формы главного лепестка диаграммы направленности фазированной антенной решетки.....	349
5.5. Пример технической реализации адаптивной системы защиты от непрерывных активных помех в РЛС РТВ	356
5.6. Система пеленгации постановщиков активных шумовых помех в РЛС РТВ	360
5.7. Пространственная селекция импульсных помех	365
5.7.1. Амплитудная пространственная селекция импульсных помех	365
5.7.2. Фазовый способ пространственной селекции импульсных помех	367
Контрольные вопросы	369
Глава 6. Способы и устройства защиты РЛС РТВ от пассивных помех	371
6.1. Способы защиты РЛС РТВ от пассивных помех.....	371
6.1.1. Основные отличия эхо-сигналов от целей и пассивных помех	372
6.1.2. Показатели защищенности РЛС РТВ от пассивных помех	382

6.1.3. Основные способы защиты РЛС РТВ от пассивных помех	386
6.1.3.1. Пространственная селекция	387
6.1.3.2. Поляризационная селекция	388
6.1.3.3. Частотная (скоростная) селекция.....	391
6.2. Обобщенная структурная схема системы подавления пассивных помех.....	397
6.3. Системы СДЦ с неперестраиваемыми устройствами черес- периодного вычитания	411
6.3.1. Системы СДЦ в РЛС с эквивалентной внутренней ко- герентностью	411
6.3.2. Системы СДЦ в РЛС с внешней когерентностью	414
6.3.3. Системы СДЦ в РЛС с истинной когерентностью на основе доплеровских частотных фильтров.....	417
6.3.3.1. Фильтровые системы СДЦ	418
6.3.3.2. Кореляционно-фильтровые системы СДЦ.....	422
6.4. Адаптивные системы СДЦ.....	425
6.4.1. Однократные системы череспериодной автокомпен- сации.....	427
6.4.2. Двухкратные системы череспериодной автокомпен- сации.....	431
6.5. Цифровые системы СДЦ	436
6.5.1. Принципы построения цифровых систем СДЦ	436
6.5.2. Обобщенная структурная схема цифровой системы обработки радиолокационных сигналов	437
6.5.3. Цифровая система СДЦ с обработкой сигналов во временной области.....	441
6.5.3.1. Цифровая СДЦ с нерекурсивным гребенчатым фильтром подавления.....	442
6.5.3.2. Цифровая СДЦ с рекурсивным гребенчатым фильтром подавления.....	446
6.5.4. Цифровая система СДЦ с обработкой сигналов в час- тотной области	453
6.6. Принципы построения устройств стабилизации уровня лож- ных тревог	463
6.6.1. Формирование адаптивного порогаобнаружения	463
6.6.2. Устройство стабилизации уровня ложных тревог по дальности	465
6.6.2.1. Формирование порогаобнаружения по методу «скользящего окна»	465
6.6.2.2. Устройство стабилизации уровня ложных тревог по дальности с усечением выборки	468

6.6.2.3. Адаптивный обнаружитель, использующий алгоритм порядковых статистик при формировании порога обнаружения	471
6.6.2.4. Быстродействующий параметрический ПС-обнаружитель	473
6.6.2.5. Непараметрические обнаружители	475
6.6.3. Устройство стабилизации уровня ложных тревог по азимуту	479
Контрольные вопросы	484
Глава 7. Классификация и принципы построения устройств отображения радиолокационной информации	486
7.1. Назначение и классификация индикаторных устройств	486
7.2. Особенности формирования разверток экранов индикаторов	492
7.2.1. Принципы построения индикаторов обзорных РЛС	492
7.2.1.1. Функциональный состав индикатора	493
7.2.1.2. Индикаторы кругового обзора с вращающимися отклоняющими системами	496
7.2.1.3. Индикатор кругового обзора с неподвижной отклоняющей системой	499
7.2.2. Принципы построения системы отображения радиовысотомера	504
7.2.2.1. Способы построения индикаторов измерения высоты	504
7.2.2.2. Функциональная схема индикаторов измерения высоты	509
7.3. Формирование масштабных отметок	513
7.3.1. Системы передачи и формирования масштабных отметок азимута РЛС РТВ	513
7.3.1.1. Принципы построения систем передачи азимута РЛС РТВ	513
7.3.1.2. Принципы построения систем формирования масштабных отметок азимута РЛС РТВ	516
Контрольные вопросы	520
Заключение	521
Библиографический список	523
Список сокращений	525

Учебное издание

**Тяпкин Валерий Николаевич
Фомин Алексей Николаевич
Гарин Евгений Николаевич
Фатеев Юрий Леонидович
Бердышев Валерий Петрович
Ноговицын Анатолий Алексеевич
Темеров Александр Васильевич
Сомов Виктор Григорьевич
Лютиков Игорь Витальевич**

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ВОЙСК

Учебник

Редактор *Л.И. Вейсова*

Компьютерная верстка *П.А. Рожкова, А.С. Ахметшина, О.А. Кравченко*

Подп. в печать 19.12.2011. Печать плоская. Формат 60х84/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 31,3. Тираж 500 экз. Заказ № 5444

Редакционно-издательский отдел
Библиотечно-издательского комплекса
Сибирского федерального университета
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79
Тел/факс (391) 206-21-49, e-mail: rio@lan.krasu.ru

Отпечатано полиграфическим центром
Библиотечно-издательского комплекса
Сибирского федерального университета
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82а
Тел/факс (391) 206-26-58, 206-26-49
E-mail: print_sfu@mail.ru; <http://lib.sfu-kras.ru>