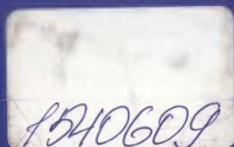


Научная серия «РАДИОЛОКАЦИЯ. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»  
Редактор А.Б. Бляхман

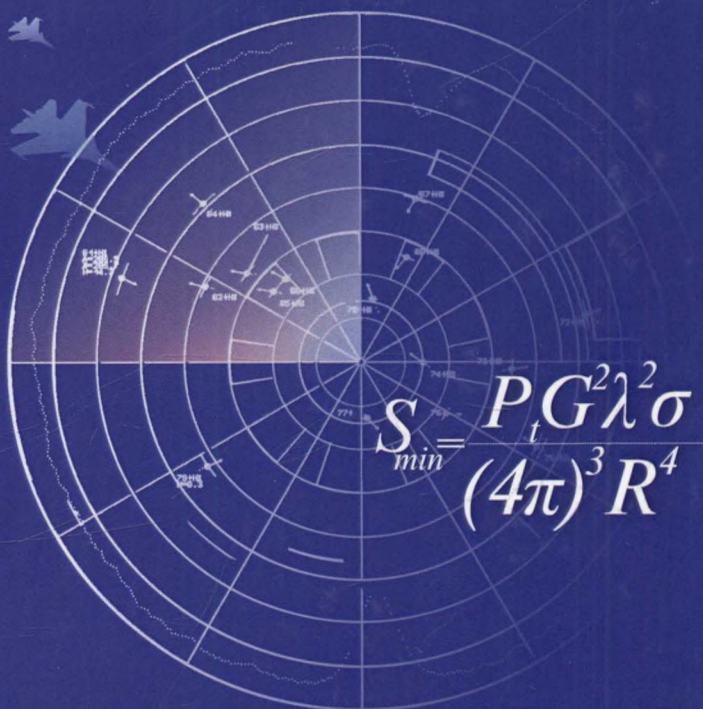


# РАДИОЛОКАЦИЯ

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ  
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ



книга 1



Научная серия  
«РАДИОЛОКАЦИЯ. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»  
Редактор А.Б. Бляхман

# **РАДИОЛОКАЦИЯ**

**РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ  
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

**книга 1**

**Под редакцией В.Д. Ястребова**

Москва  
Радиотехника  
2018

УДК 621.37 + 621.396  
ББК 32.95  
Р 15

DOI 10.18127/B9785931081816

**Научная серия**  
**«Радиолокация. Теория и практика»**

*Редактор А.Б. Бляхман*

**Редакционный совет:**

А.Б. Бляхман (председатель), Г.А. Егорочкин, В.Д. Ястребов, А.Г. Рындык,  
В.И. Есипенко, А.В. Мякинков, В.Т. Ермолаев, А.Г. Флакман, А.В. Разин,  
С.Н. Матюгин, Д.Н. Лысяков, Н.А. Бичуч, С.В. Геращенко, С.А. Говядинов,  
М.П. Корягина, В.Ю. Омельшина

**Рецензенты:**

*А.Д. Плужников* – д.т.н., проф.,

*И.Я. Орлов* – д.т.н., проф.,

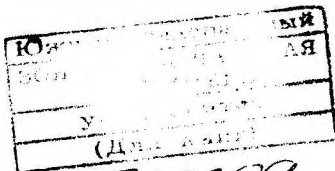
лауреат премии Правительства Российской Федерации

**Р 15 Радиолокация. Результаты теоретических и экспериментальных исследований.** Монография. В 2-х книгах. Кн. 1 / Под ред. *В.Д. Ястребова*. – М.: Радиотехника, 2018. – 264 с., ил. (Науч. серия «Радиолокация. Теория и практика»). Авторы указаны на с. 261–263.

**ISBN 978-5-93108-181-6**

Рассмотрены вопросы радиолокации, исследованы ее наиболее важные задачи и проблемы, даны способы их решения. Значительное внимание уделено обработке сигналов и информации, технологии и конструированию радиотехнической аппаратуры, а также обнаружению и нейтрализации диверсионных террористических угроз. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований и опытно-конструкторских работ. Показаны перспективы развития радиолокации.

*Для инженеров, конструкторов, научно-технических работников, занимающихся традиционной, ближней и нелинейной радиолокацией, а также обработкой радиолокационных и акустических сигналов и оптических изображений. Может быть полезна аспирантам и студентам высших технических учебных заведений.*



УДК 621.37 + 621.396  
ББК 32.95

**ISBN 978-5-93108-181-6**

© Авторы, 2018

© ООО «Издательство «Радиотехника», 2018

# Содержание

1

## РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ И РАДИОНАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

- 1.1. Тактико-технические требования к радиолокационному обнаружителю для мобильного комплекса защиты от высокоточного оружия..... 15**

*А.Б. Бляхман, А.Е. Тимофеев*

Даны обзор и анализ характеристик существующих противорадиолокационных ракет (ПРР). Сформированы требования к радиолокационному обнаружителю комплекса защиты РЛС от ПРР. Приведено описание варианта построения комплекса защиты, отвечающего таким требованиям.

*Ключевые слова:* радиолокационная станция, тактико-технические характеристики, аэродинамические цели, радиолокационный обнаружитель, высокоточное оружие, средства защиты от ВТО.

- 1.2. Просветная РЛС с подсветом от спутников телевизионного вещания ..... 24**

*В.Н. Буров, А.В. Мякинков, А.Г. Рындык, Р.С. Фадеев*

Представлен способ построения просветной РЛС с использованием подсвета от существующих телекоммуникационных спутников, расположенных на геостационарной орбите. Произведен расчет энергетических параметров системы. Получены оценки зон обнаружения. Разработаны алгоритмы компенсации прямого сигнала передатчика и когерентного накопления рассеянного целью сигнала. Приведены результаты эксперимента по обнаружению реальной цели.

*Ключевые слова:* просветная радиолокация, подсвет от телекоммуникационных спутников, облучение «сверху», время когерентного накопления, зона обнаружения, компенсация прямого сигнала, когерентное накопление просветного сигнала.

- 1.3. Методика оценивания критических значений точностных характеристик корреляционно-экстремальной навигационной системы по геофизическим полям в условиях вертикальных изменений высот ..... 43**

*С.В. Катин, А.А. Титаренко, А.В. Белинский*

Рассмотрена методика оценивания точностных характеристик корреляционно-экстремальной системы навигации (КЭСН) при изменении высот полета относительно типовой траектории реального движения КЭСН, позволяющая оценивать возможности КЭСН в условиях высотного маневрирования, что имеет огромный практический интерес и находит массу реальных приложений для создания математических моделей КЭСН.

*Ключевые слова:* корреляционно-экстремальная система навигации, геофизические поля, сформированные зависимости изменения высот ЛА, значения критериальной функции.

- 1.4. Подавление помеховых сигналов в парциальных диаграммах направленности излучателей АФАР ..... 53**

*В.Ф. Андреев, Р.Х. Воронов*

Решена задача подавления помеховых сигналов путем формирования нулевых провалов в парциальных диаграммах направленности излучателей АФАР в направлениях на источники помех. Приведены результаты моделирования линейных антенных решеток, подавляющих сигналы помех, в том числе при наличии неисправностей и отказов в приемных трактах АФАР, возникающих в процессе эксплуатации изделий.

*Ключевые слова:* антенная решетка, борьба с помехами, адаптация.

- 1.5. Сверхмноголучевая СВЧ ФАР для РЛС с непрерывным параллельным контролем обозреваемого пространства ..... 62**

*С.А. Перегонов*

Предложена конструкция СВЧ ФАР, реализуемая путём использования распределённых микрополосковых диаграммообразующих устройств.

*Ключевые слова:* РЛС, обзор пространства, радиовидение, многолучевые АФАР, параллельный обзор.

**1.6. Определение порога обнаружения РЛС с ФАР при поиске низколетящих воздушных объектов в заданной зоне обзора ..... 70**

*С.В. Геращенко, Е.С. Хмылов*

Предложен подход, позволяющий повысить качество обнаружения низколетящих воздушных объектов РЛС с фазированными антенными решетками в заданной зоне обзора за счет определения порога обнаружения полезных сигналов с учетом пространственных ограничений, обусловленных углами закрытия позиции РЛС и интенсивными отражениями от подстилающей поверхности.

*Ключевые слова:* радиолокационная станция, порог обнаружения, вероятность ложной тревоги, вероятность правильного обнаружения.

**1.7. Потери в обнаружителе с автоматической регулировкой порога при воздействии узкополосной активной шумовой помехи ..... 78**

*С.В. Геращенко, Е.С. Хмылов*

Рассмотрен подход к оценке потерь в обнаружителе с автоматической регулировкой порога принятия решения. Получены выражения, определяющие относительное значение нижней и верхней границ изменения порога принятия решения при воздействии широкополосной и узкополосной помех.

*Ключевые слова:* порог обнаружения, узкополосная активная шумовая помеха.

## 2

## МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ И ИНФОРМАЦИИ

**2.1. Метод подавления хаотических широкополосных помех в адаптивной антенной решетке..... 85**

*В.Т. Ермолаев, В.Ю. Семенов, А.Г. Флакман, А.В. Ястребов*

Предложен метод подавления хаотических импульсных широкополосных помех на фоне приема широкополосного полезного сигнала в адаптивной антенной решетке, основанный на использовании ортонормированного базиса степенных векторов и процедуры регуляризации весового вектора. Приведенные результаты моделирования показали высокую эффективность метода в практически важном случае короткой обучающей выборки, когда число отсчетов меньше общего числа отводов линий задержки.

*Ключевые слова:* адаптивная антенная решетка, широкополосная хаотическая импульсная помеха, степенной базис, широкополосный зондирующий сигнал, линия задержки.

**2.2. Метод разрешения двух целей по азимуту ..... 100**

*Н.Ф. Банькин, И.И. Знаменский, М.А. Яковлев*

Рассмотрен простой в реализации метод разрешения двух целей по азимуту в радиолокационных станциях. Оценена разрешающая способность предлагаемого метода в зависимости от отношения сигнал/шум, от эффективной площади рассеяния разрешаемых объектов и т.д. Показано, что она превышает установленную критерием Рэлея границу. Приведены результаты математического моделирования, а также результаты применения метода в штатном режиме работы РЛС.

*Ключевые слова:* радиолокация, сверхразрешение, критерий Рэлея, отношение сигнал/шум.

**2.3. Алгоритм цифровой обработки сигналов  
в баллистической станции ..... 105**

*А.В. Щеколдин*

Рассмотрена задача измерения радиальной скорости снаряда, выпущенного из артиллерийского орудия, движущегося с ненулевым ускорением. Приведен алгоритм измерения радиальной скорости снаряда с высокой точностью, который выполняется с меньшей вычислительной сложностью по сравнению с существующими алгоритмами. Описаны результаты экспериментального исследования точности измерения радиальной скорости баллистической станции, применяющей разработанный алгоритм.

*Ключевые слова:* радиальная скорость, артиллерийское орудие, радиолокационная система, многоканальность по ускорению, квазиоптимальный алгоритм измерения скорости.

**2.4. Определение потерь в выходном отношении сигнал/шум  
адаптивных антенных решёток, вызванных  
наличием флуктуаций весового вектора ..... 112**

*С.В. Зимица*

Рассмотрены потери, возникающие в выходном отношении сигнал/шум адаптивных антенных решёток (ААР) из-за флуктуаций настраиваемых весовых коэффициентов. Проведено сравнение потерь, возникающих в адаптивных антенных решётках, настраивающихся по различным алгоритмам – дискретному градиентному, быстрому рекуррентному алгоритмам и алгоритму Хэбба. Показано, что потери имеют наибольшую величину в ААР без нелинейной функции в цепи корреляционной обратной связи с дискретным градиентным алгоритмом настройки и наименьшую величину в ААР с нелиней-

ной функцией в цепи корреляционной обратной связи с быстрым рекуррентным настройкой.

*Ключевые слова:* адаптивные антенные решётки, флуктуации весовых коэффициентов, потери в выходном отношении сигнал/шум.

- 2.5. Эффективность оценки числа и угловых координат близкорасположенных коррелированных источников сигналов в антенной решетке с помощью корневого метода минимального многочлена ..... 119**

*В.Т. Ермолаев, А.Г. Флакман, А.В. Елохин, О.А. Шмонин*

Исследована эффективность сверхразрешающего метода минимального многочлена для оценки числа и угловых координат близкорасположенных источников радиоизлучения (ИРИ), воздействующих на антенную решетку произвольной конфигурации. Рассмотрена параллельная пеленгация источников, основанная на нахождении корней знаменателя псевдоспектральной функции. Особое внимание уделено случаям короткой выборки входного процесса, когда число выборок меньше числа элементов решетки, и коррелированным ИРИ. Показано, что поиск корней является более эффективным, чем поиск экстремумов псевдоспектральной функции.

*Ключевые слова:* антенная решётка, корреляционная матрица, сверхразрешающие методы, оценка числа источников радиоизлучения, минимальный многочлен матрицы.

- 2.6. Пространственно-временной компенсатор хаотических широкополосных помех на основе метода степенных векторов ..... 130**

*В.Т. Ермолаев, В.Ю. Семенов, А.Г. Флакман, А.В. Ястребов*

Рассмотрен адаптивный автокомпенсатор хаотических импульсных широкополосных помех (АКШП), обеспечивающий минимальную среднюю мощность помех на выходе. Предложен метод адаптивного подавления помех, основанный на разложении весового вектора АКШП в степенном базисе и обладающий невысокой вычислительной сложностью. Получены регуляризованные оценки весовых коэффициентов АКШП по ограниченному числу выборок входного процесса. Приведены результаты моделирования, показывающие высокую эффективность подавления помех в практически важном случае короткой обучающей выборки.

*Ключевые слова:* многоканальный компенсатор помехи, широкополосная хаотическая импульсная помеха, степенной базис, коэффициент подавления.



- 3.1. Особенности построения блока СВЧ бортового радиопередающего устройства системы телеметрии с фазовой манипуляцией непрерывного сигнала несущей частоты ..... 144**

*А.В. Кашин, Д.Р. Шишкин, А.Л. Кунцлов,  
Е.С. Балобанов, М.М. Ивойлова*

Приведены результаты разработки блока СВЧ радиопередающего устройства, обеспечивающего передачу телеметрической информации с 4-позиционной фазовой манипуляцией непрерывного сигнала несущей частоты с борта летательного аппарата. Рассмотрены особенности его схемно-технического и конструктивно-технологического исполнения.

*Ключевые слова:* радиопередающее устройство, 4-позиционная фазовая манипуляция, блок СВЧ.

- 3.2. Многоканальный усилитель X-диапазона длин волн с суммарной выходной мощностью не менее 55 Вт ..... 149**

*И.П. Корчагин, Д.В. Калита*

Разработан многоканальный усилитель X-диапазона длин волн, обеспечивающий выходную импульсную мощность каждого канала не менее 13,5...16,0 Вт с коэффициентом усиления 20 дБ. Для согласования транзисторов использована керамика с высоким значением  $\epsilon$ .

*Ключевые слова:* полевой транзистор, усилитель мощности, X-диапазон длин волн.

- 3.3. Y-циркуляторы с максимальной величиной полосы рабочих частот ..... 155**

*А.В. Сорокин*

Приведены выражения для расчёта максимально возможной полосы рабочих СВЧ-частот ферритовых Y-циркуляторов с полоснорасширяющей цепью, включённой между общей точкой проводников Y-соединения и корпусом. Рассмотрена методика расчёта максимальной полосы рабочих частот Y-циркуляторов на сосредоточенных элементах с полоснорасширяющей це-

пью. Представлены результаты расчёта максимально достижимой полосы рабочих частот  $Y$ -циркуляторов с полоснорасширяющей цепью в метровом и дециметровом диапазонах длин волн.

*Ключевые слова:*  $Y$ -циркулятор, собственное значение матрицы рассеяния, полоснорасширяющая цепь, сосредоточенный элемент.

### **3.4. Проектирование пассивных отражательных элементов для разработки антенных решеток миллиметрового диапазона длин волн с заданными характеристиками ..... 162**

*В.Д. Голубь, В.М. Селезнев, О.В. Болховская*

Представлены результаты проектирования пассивных планарных отражательных элементов миллиметрового диапазона, осуществленного посредством трехмерного электромагнитного моделирования в программе CST Microwave Studio.

Приведены графики распределения фазы коэффициента отражения отдельного элемента в зависимости от размеров патча и количества наносимых слоев. Показана потенциальная возможность создания массива элементарных отражателей, преобразующего сферический фронт первичного излучателя в плоский.

Получена планарная антенная решетка, которая может успешно применяться в качестве альтернативы существующим параболическим отражателям.

*Ключевые слова:* пассивный отражательный элемент, миллиметровый диапазон длин волн, антенная решетка, электромагнитное моделирование.

### **3.5. Автоматизированное рабочее место контроля параметров передатчиков с фазоманипулированным сигналом ..... 169**

*А.Н. Лукичёв, Е.С. Балобанов, М.М. Ивойлова*

Представлено автоматизированное рабочее место (АРМ), реализованное на модульной платформе PXI ф. National Instruments с подключением внешних средств измерений.

Приведён пример контроля с помощью АРМ временных параметров передатчика системы телеметрии с 4-позиционной фазовой манипуляцией непрерывного сигнала несущей частоты.

*Ключевые слова:* автоматизация измерений, СВЧ-передатчики, 4-позиционная фазовая манипуляция.

### 3.6. Бортовые вычислительные системы повышенной надежности и стойкости ..... 175

*Н.В. Сильянов*

Приведены структурные схемы и характеристики разработанных бортовых вычислителей с повышенной надежностью и радиационной стойкостью. Показаны ожидаемые характеристики разработанных многофункциональных бортовых вычислительных систем. Предложены различные варианты построения вычислителей. Рассмотрена перспективная отечественная элементная база бортовых вычислителей. Показаны составные части систем в виде электронных модулей.

*Ключевые слова:* вычислитель, бортовая ЭВМ, надежность, радиационная стойкость, холодный резерв, отечественная элементная база, ARM, SpaceWite.

### 3.7. Восстановление узлов дробеструйного оборудования вследствие их разрушения, вызванного абразивным износом..... 181

*С.А. Пигалов*

Исследовано влияние различных наплавочных материалов, применяемых при ремонтных работах узлов дробеструйного оборудования, на последующий ресурс работы этих узлов.

*Ключевые слова:* абразивный износ, восстановление геометрии детали, ручная дуговая наплавка, ресурс работы после ремонта.

### 3.8. Оборудование для контроля при изготовлении многослойных керамических плат по технологии LTCC..... 189

*Д.Е. Орехов*

Рассмотрено применение специализированного оборудования для контроля ряда операций при изготовлении многослойных керамических плат по технологии LTCC. Представлена установка Scan STENSIL Lite, предназначенная для визуального контроля сетчатых трафаретов.

Показано, что использование программно-аппаратного комплекса EPSON PERFECTION V 750 PRO на базе программного обеспечения Phiplastic позволяет оценивать качество выполнения операций пробивки и заполнения отверстий, трафаретной печати, контроля точности выполнения геометрических размеров МКП после обжига. Показано, что освоение данного оборудования позволило повысить качество выпускаемых изделий.

*Ключевые слова:* многослойная керамическая плата, многослойный электронный модуль, технология LTCC, LTCC-плата, оборудование для контроля, автоматическая инспекция, оптический контроль.

**3.9. Основные направления разработки технологического оборудования и его внедрения для сборки и монтажа изделий электронной техники .....199**

*А.В. Подувальцев, М.В. Архипов,  
А.А. Подувальцев, И.К. Козлов, С.А. Пигалов*

Рассмотрен способ активации сварки путем наложения токового импульса. Определены оптимальные параметры режима сварки алюминиевой проволоки диаметром 27 мкм методом планирования эксперимента.

*Ключевые слова:* термозвук, микромонтаж, сборка ГИС, ультразвуковая микросварка.

**3.10. Контроль поврежденности материала конструкций, выполненных из сталей аустенитного класса, на ранних стадиях их разрушения .....204**

*В.В. Мишакин, В.А. Ключников, С.А. Сорокина,  
А.В. Гончар, К.В. Курашкин*

Приведено описание установки для контроля состояния материала конструкций, выполненных из сталей аустенитного класса, основой которой являются вихретоковые и акустические измерители. Показано, что комбинация акустических и вихретоковых измерений позволяет выделить структурные изменения, ведущие к образованию макротрещины и окончательному разрушению элемента конструкции.

*Ключевые слова:* неразрушающий контроль, акустический метод, вихретоковый метод, малоцикловая усталость, аустенитная сталь, мартенситное превращение, коэффициент Пуассона, магнитная фаза.

**3.11. Выявление пережога в алюминиевом сплаве В 95 методами растровой электронной микроскопии и энергодисперсионного микроанализа .....212**

*Р.А. Воробьев, С.А. Сорокина, В.В. Евстифеева*

Проведены исследования по определению признаков пережога в деформируемом, термически упрочняемом сплаве В 95 методом растровой электронной микроскопии и энергодисперсионного микроанализа. Показано, что определение локального химического состава фаз алюминиевого сплава позволяет более точно определить наличие пережога в сплаве.

*Ключевые слова:* алюминиевые сплавы, электронная микроскопия, энергодисперсионный микроанализ, пережог, микроструктура.

**3.12. Выявление пережога в структурах алюминиевых сплавов методом испытания на изгиб и металлографическим методом..... 216**

*Р.А. Воробьев, С.А. Сорокина, В.В. Евстифеева*

Проведен анализ способов контроля пережога у полуфабрикатов из алюминиевых сплавов. Показано, что измерение электропроводности не выявляет начальные стадии пережога и не применимо при межоперационных нагревах. Метод испытания на изгиб удобен для определения верхнего предела температур технологических нагревов для обработки партии алюминиевых сплавов. Самым информативным способом контроля любой степени пережога у изделий остается металлографический метод.

*Ключевые слова:* стадии пережога, идентификация пережога, эвтектики, внутризеренные глобулы, пористость.

**3.13. Особенности конструирования корпусов многоканальных модулей АФАР ..... 221**

*И.И. Зайченко, И.В. Данюков, В.В. Шаломеев*

Рассмотрены особенности конструирования корпусов многоканальных модулей. Приведен вариант их построения. Проанализированы возможные трудности, возникающие при проектировании, и способы их решения.

*Ключевые слова:* корпус, конструкция, модуль, АФАР.

## 4

## РАДИОТЕХНОЛОГИИ ОБНАРУЖЕНИЯ И НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ДИВЕРСИОННЫХ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ УГРОЗ

**4.1. Методы оценки характеристик радиолокатора на основе ММО-системы для обнаружения радиоэлектронных компонентов взрывоопасных предметов..... 226**

*Е.В. Бессонова*

Рассмотрены особенности применения методов ММО-радиолокации в нелинейном радиолокаторе для поиска радиоэлектронных компонентов в со-

стве взрывоопасных предметов. Показаны преимущества данного метода перед интерферометрическим способом измерения угловых координат.

*Ключевые слова:* нелинейный радиолокатор, интерферометр, виртуальная антенная решетка.

#### **4.2. Метод многовариантного анализа в процессе параметрического синтеза моторамы генератора мехатронной платформы.....230**

*В.В. Дмитриев, А.Ю. Сизов, А.А. Туманов*

Рассмотрена возможность управления выходными характеристиками генераторного узла и платформы в целом, посредством варьирования конструктивных параметров моторамы на этапе параметрического синтеза трехмерной модели. Представлены зависимости характеристик от геометрических параметров модели. Предложен алгоритм поиска локального экстремума выходной критериальной характеристики методом многовариантного анализа.

*Ключевые слова:* параметрический синтез, конструктивные параметры, критериальные характеристики, локальный экстремум.

#### **4.3. Программное обеспечение системы управления мобильной робототехнической платформой на базе компьютера RASPBERRY PI .....236**

*В.В. Дмитриев, А.В. Кочеров, М.И. Тюриков*

Предложена клиент-серверная структура системы управления мобильной робототехнической платформой на базе компьютера Raspberry Pi 3. Разработаны методы взаимодействия компонентов системы управления. Предусмотрена модульная структура с возможностью распознавания сервером подключаемых блоков. Показана гибкость программного обеспечения, достигаемая за счет универсальности системной оболочки компьютера-сервера.

*Ключевые слова:* система управления, мобильная робототехническая платформа, программное обеспечение, клиент-серверная структура, модульность системы управления.

#### **4.4. Влияние геометрической неоднородности трассы на обнаружение малоразмерных целей на фоне Земли.....240**

*А.М. Парменов, А.И. Кошелев, А.А. Бархоткин*

Рассмотрены особенности распространения электромагнитных волн вдоль земной поверхности в задаче обнаружения малоразмерных целей наземным радиолокатором. Основное внимание уделено принципиальным отличиям от

модели плоской границы раздела двух сред, возникающим при учете слабой геометрической неоднородности трассы распространения.

*Ключевые слова:* интегральное уравнение Фейнберга, высотный профиль поверхности земли, пороговая дальность обнаружения, наносекундный радиолокатор.

#### 4.5. Мобильная робототехническая платформа сверхмалого класса ..... 250

*В.В. Дмитриев, А.Ю. Сизов, Л.О. Федосова*

Рассмотрены разработанная отечественная мобильная робототехническая платформа сверхмалого класса для эксплуатации в полевых и городских условиях и существующие аналоги. Представлены начальные характеристики платформы. Показана модульная структура платформы, обеспечивающая широкий функционал. Описаны характеристики манипулятора, входящего в базовую комплектацию платформы. Приведено описание основных базовых узлов платформы и их режимов работы.

*Ключевые слова:* беспилотные транспортные системы, робототехника, система управления, мобильные робототехнические системы.

#### 4.6. Информационные технологии для повышения защиты охраняемых объектов и здоровья персонала..... 255

*М.Г. Блайвас, Е.А. Романов*

Изложена концепция повышения уровня защиты охраняемых объектов, предусматривающая в режиме реального времени создание системы мониторинга физического состояния персонала, оснащенного носимыми устройствами отслеживания биометрических данных.

*Ключевые слова:* охраняемый объект, мониторинг биометрических данных, криптографический защищенный канал, статистический анализ.

#### Сведения об авторах ..... 261

Рассмотрены теоретические и практические вопросы радиолокации, общее состояние и перспективы ее развития; наиболее важные задачи, проблемы и способы их решения. Освещены вопросы обработки сигналов и информации, технологии и конструирования радиотехнической аппаратуры, а также вопросы обнаружения и нейтрализации диверсионных террористических угроз. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований и опытно-конструкторских работ.

*Для инженеров, конструкторов, научно-технических работников, занимающихся проблемами традиционной, ближней и нелинейной радиолокации, а также обработкой радиолокационных и акустических сигналов и оптических изображений. Может быть полезна аспирантам и студентам высших технических учебных заведений.*

ISBN 978-5-93108-181-6

