



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Московский технологический университет»

**МИРЭА**



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

В.Л. Панков

\_\_\_\_\_ 2018 г.

**Программа вступительного экзамена**

Уровень высшего образования

**Подготовка кадров высшей квалификации**

Направление подготовки

**11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи»**

Направленность (научная специальность)

**05.12.14 «Радиолокация и радионавигация»**

Форма обучения – очная, заочная

Москва, 2018

## **1. Статистическая теория обработки сигналов в радиотехнических системах**

Сообщения, сигналы и помехи. Передача, извлечение и разрушение информации. Радиосигналы. Радиосигналы с амплитудной и угловой (частотной и фазовой) модуляцией и их спектры. Радиосигналы со сложной (смешанной) модуляцией и их спектры.

Критерии и решающие правила оптимального обнаружения: критерий Байеса, критерий Неймана-Пирсона, критерий Вальда и др. Показатели качества обнаружения сигналов. Методы синтеза оптимальных обнаружителей. Обнаружение детерминированных и квазидетерминированных сигналов на фоне «белого» шума. Обнаружение пачек когерентных и некогерентных радиоимпульсов в «белом» шуме. Корреляционная, фильтровая и корреляционно-фильтровая обработка сигналов. Обнаружение детерминированных и квазидетерминированных сигналов, в том числе и многоканальное, на фоне гауссовых коррелированных помех. Обесцвечивающие фильтры.

Информативные и неинформативные параметры сигналов. Оценки параметров сигналов. Байесовские и небайесовские оценки и их свойства. Оценка максимального правдоподобия и ее свойства.

Виды оценивания: фильтрация, интерполяция и экстраполяция. Байесовы правила оценивания. Стохастическое уравнение оптимальной фильтрации (уравнение Стратоновича). Линейная фильтрация. Непрерывный и дискретный фильтр Калмана. Нелинейная фильтрация. Синтез алгоритмов методом гауссовского приближения. Оценочно-корреляционная обработка сигналов.

Общие сведения о разрешении и распознавании сигналов (объектов). Характеристики (признаки) объектов и сигналов, используемые для разрешения и распознавания. Взаимосвязь задач разрешения и распознавания. Показатели качества разрешения и распознавания и решающие правила. Упрощенная процедура распознавания. Алгоритмы разрешения и распознавания детерминированных и квазидетерминированных сигналов.

Цифровые методы обработки сигналов. Дискретизация сигналов по времени и квантование по уровню. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и выбор параметров кода.

Цифровая фильтрация и цифровые фильтры. Ошибки квантования. Коэффициент передачи и импульсная характеристика цифровых фильтров.

Цифровая фильтрация во временной и частотной областях. Быстрое преобразование Фурье.

## **2. Радиотехнические системы**

### *1. Системы и устройства радиолокации*

Области применения и задачи радиолокации. Виды радиолокации. Обзор пространства. Виды обзора, зона обзора и время обзора.

Физические основы радиолокации. Эффективная площадь рассеяния (ЭПР) целей. Модели реальных точечных и протяженных целей.

Дальность действия РЛС. Влияние атмосферы и подстилающей поверхности на дальность действия РЛС.

Устройства обнаружения (обнаружители) радиолокационных сигналов. Структуры обнаружителей. Обнаружители пачек когерентных и некогерентных радиоимпульсов на фоне шума и коррелированных помех. Цифровые обнаружители. Пороговая мощность радиолокационного сигнала.

Разрешающая способность по дальности, угловым координатам и скорости. Выбор зондирующего сигнала.

Методы измерения координат и параметров движения целей.

Фазовые, частотные и импульсные дальномеры. Пределы однозначного измерения, разрешающая способность и точность радиодальномеров.

Измерители радиальной скорости целей. Пределы однозначного измерения, разрешающая способность и точность измерителей скорости.

Амплитудные и фазовые моноимпульсные пеленгаторы. Пределы однозначного измерения, разрешающая способность и точность пеленгаторов.

Измерители угловых скоростей.

Пассивные, активные и комбинированные помехи. Характеристики помех. Борьба с пассивными помехами. Селекция движущихся целей (СДЦ). Когерентно-импульсные РЛС. Режекция пассивных помех с помощью гребенчатых фильтров (РГФ). Цифровые РГФ. Качество подавления помех.

Вторичная обработка радиолокационной информации. Обнаружение и сопровождение траекторий. Калмановская фильтрация траекторий.

Многопозиционная радиолокация.

Подповерхностная радиолокация.

## 2. Системы и устройства радионавигации

Методы определения местоположения объекта и способы вывода его в заданную точку пространства. Принципы радионавигации и методы технической реализации радионавигационных систем (РНС) и устройств (РНУ). Методы радиоуправления в радионавигации.

Автономные РНС: системы счисления пути. Радиосистемы навигации по геофизическим полям Земли. Радиовысотометры и доплеровские измерители скорости и угла сноса летательных аппаратов (ДИС).

Системы навигации по рельефу и карте местности.

Комплексирование навигационных систем с радиотехническими и нерадиотехническими датчиками.

Радиосистемы дальней навигации (РСДН). Построение глобальных и региональных РСДН. Фазовые и импульсно-фазовые РСДН, использующие дальномерные и разностно-дальномерные методы определения местоположения. Погрешности РСДН.

Спутниковые радионавигационные системы (СРНС). Передача сведений об орбитах спутников потребителю для целей навигации. Влияние атмосферы и космической среды на характеристики СРНС. Методы определения местоположения в СРНС: доплеровский, дальномерный, разностно - дальномерный.

Радиосистемы ближней навигации (РСБН). Радиосистемы посадки летательных аппаратов.

Точность определения местоположения в позиционных РНС. Линии и поверхности положения. Ошибки линий положения. Ошибки определения местоположения на плоскости и в пространстве. Эллипс и эллипсоид ошибок положения. Рабочие зоны РНС. Геометрический фактор.

### 3. Особенности передачи информации в многопозиционных радиолокационных и радионавигационных системах

Задачи передачи информации. Радиолинии. Диапазон радиоволн в системах передачи информации. Виды радиосистем передачи информации (РСПИ): связные, телеметрические и командные.

Канал связи и его характеристики. Пропускная способность канала. Структура радиосигналов. Методы модуляции и кодирования. Защита информации. Критерии качества РСПИ. Цифровые РСПИ.

### 4. Системы и устройства разрушения информации

Область применения и задачи систем разрушения информации (радиоэлектронной борьбы РЭБ).

Радиотехническая разведка (РТР). Построение систем и устройств РТР. Определение параметров радиосигналов радиотехнических систем различного назначения средствами РТР. Методы определения местоположения радиоэлектронных систем (РЭС). Эффективность средств РТР.

Методы и средства разрушения информации. Генераторы активных помех. Виды активных помех: заградительные, прицельные, ответные и имитационные.

Радиоэлектронная маскировка. Характеристики качества радиомаскировки. Скрытность и незаметность. Общие методы маскировки объектов и уменьшения радиоконтраста РЭС. Маскировка с помощью пассивных помех.

Основные организационные методы помехозащиты. Изменение параметров радиосигнала в процессе работы, борьба с помехами с помощью устройств селекции радиосигналов.

Защита РЭС от воздействия средств поражения. Эффективность средств РЭБ.

### 5. Радиолокационные устройства в биологии, медицине, метрологии и других отраслях

Задачи локационных устройств и устройств точного позиционирования в биологии, медицине, метрологии и других отраслях. Использование ультразвуковых сигналов для медицинской диагностики и дефектоскопии.

### 6. Проектирование и конструирование радиоэлектронных средств

Зависимость технических требований к РЭС от их назначения и условий эксплуатации. Технологичность конструкции. Методы стандартизации в конструировании. Компоновка и комплексная микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры (РЭА).

Печатный монтаж. Ремонтпригодность РЭА. Способы защиты РЭА от воздействия окружающей среды и электромагнитного излучения. Тепловой режим РЭА. Надежность РЭА.

### 3. Радиотехнические устройства

- *Излучение, распространение и прием радиоволн*

Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергия электромагнитного поля. Свободные электромагнитные волны и решение однородных уравнений электродинамики.

Плоские волны на границе раздела однородных сред. Рефракция радиоволн в неоднородных средах. Распространение радиоволн в природных условиях. Явления дифракции и интерференции.

Типы направляющих систем. Элементарные излучатели. Ближняя и дальняя зоны. Приемная и передающая антенны, их параметры и характеристики. Влияние вида распределения электромагнитного поля в раскрыве антенны на основные параметры антенн.

Техническая реализация антенн в различных диапазонах радиоволн.

- *Устройства генерирования и формирования сигналов*

Генераторы и автогенераторы в РЛС и РНС. Режимы самовозбуждения, их особенности. Стабильность частоты и методы ее повышения. Стабилизация с помощью высокочастотных колебательных систем (резонаторов). Кварцевые генераторы. Квантовые эталоны частоты. Умножители частоты. Синтезаторы частот. Факторы, ограничивающие мощность генераторов. Суммирование мощностей генераторов.

Генерация и усиление СВЧ колебаний. Основные типы генераторов и усилителей СВЧ в РЛС и РНС.

- *Устройства приема и преобразования сигналов*

Основные типы радиоприемных устройств в РЛС и РНС. Узлы радиоприемников, их схемные решения и расчет. Преобразователи частоты сигналов, смесители и гетеродины. Частотный план радиоприемника.

Детекторы сигналов: амплитудные, частотные и фазовые. Усилители различных частотных диапазонов. Автоматические регулировки в радиоприемниках.

Элементная база радиоприемных устройств. Методы проектирования радиоприемников. Моделирование радиоприемников и их элементов. Вторичные источники электропитания.

### 4. Сверхширокополосные радиотехнические системы

#### 1. Основы технологии

Краткие исторические сведения по возникновению сверхширокополосных (наносекундных) технологий.

Возможности и преимущества систем связи, радиолокации, радионавигации и телекоммуникаций, использующих наносекундные технологии.

Особенности использования наносекундных технологий: обработка сигнала, помехозащищенность, скрытность, информационная безопасность, повышение информационной емкости. Перспективы развития.

### *2. Особенности распространения, излучения и отражения наносекундных сигналов*

Виды и характеристики наносекундных сигналов.

Изменение формы сигналов наносекундной длительности: в ближней и дальней зонах излучающей системы, при отражении от объекта, при распространении в атмосфере.

Отражение от различных сред и прохождение наносекундных импульсов; взаимосвязь между их параметрами, характеристиками излучающей системы и среды распространения.

### *3. Радиотехнические устройства на основе наносекундных технологий*

Особенности генерации, излучения и приема наносекундных сигналов.

Имитатор наносекундных импульсных помех.

Генераторы видеоимпульсов наносекундной длительности. Требования к устройствам формирования.

Особенности использования антенных систем при работе с наносекундными сигналами, их типы и характеристики.

### *4. Применение наносекундных технологий*

Моноимпульсная локация с помощью мощных наносекундных микроволновых импульсов.

Источники сверхширокополосного электромагнитного излучения.

Использование широкополосных (ШПС) и сверхширокополосных сигналов (СШПС) для радиоэлектронной маскировки.

Применение метода генерации мощных наносекундных импульсов для радиоэлектронной борьбы.

Наносекундные радары. Использование наносекундных сигналов в системах ближней локации.

## **Основная литература**

1. Нефедов В.И., Сигов А.С. Основы радиоэлектроники и связи. - М.: Высшая школа, 2009. - 736.
2. Гоноровский И.С., Демин М.П. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1994. - 481с.
3. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. - М.: Радиотехника, 2007. - 376с.
4. Кондратенков Г.С., Фролов А.Ю. Радиовидение. Радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли. - М.: Радиотехника, 2005. - 368с.
5. ГЛОНАСС: принципы построения и функционирования / Под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. - М.: Радиотехника, 2010. - 800с.
6. Поваляев А.А. Спутниковые радионавигационные системы: время, показания часов, формирование измерений и определение относительных координат. - М.: Радиотехника, 2008.- 328с.

7. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС. - М.: Горячая линия - Телеком, 2005. - 272с.
8. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебное пособие. - М.: Радиотехника, 2003. - 400с.
9. Широкополосные и сверхширокополосные сигналы и системы / Под ред. Гринева А.Ю. - М.: Радиотехника, 2009. - 168 с.
10. Радзиевский В.Г., Трифонов П.А. Обработка сверхширокополосных сигналов и помех. - М.: Радиотехника, 2009. - 288с.
11. Устройства СВЧ и антенны / Под ред. Д.И. Воскресенского. - М.: Радиотехника, 2006. - 376с.
12. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн. - М.: Горячая линия - Телеком, 2003. - 558с.
13. Черняк В.С. Многопозиционная радиолокация. - М.: Радио и связь, 1993.-416с.
14. Меркулов В.И., Чернов В.С. и др., Защита радиолокационных систем от помех. Состояние и тенденции развития / под ред. Канащенкова А.И., Меркулова В.И. - М.: Радиотехника, 2003. - 416с.
15. Перунов Ю.М., Фомичев К.И., Юдин Л.М. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием. - М.: Радиотехника, 2003.-416с.
16. Радзиевский В.Г., Сирота А.А. Теоретические основы радиоэлектронной разведки. - М.: Радиотехника, 2004. - 432с.
17. Акиншин Н.С., Быстров Р.П., Румянцев В.Л., Соколов А.В. Миллиметровая радиолокация: методы обнаружения негауссовских сигналов. - М.: Радиотехника, 2010. - 528с.
18. Платов В. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения. - М.: Техносфера, 2007. - 488с.
19. Мельников Ю.П., Воздушная радиотехническая разведка (методы оценки эффективности). - М. Радиотехника, 2005. - 301с.
20. Неганов В.А., Табаков Д.П., Яровой Г.П. Современная теория и практические применения антенн. - М.: Радиотехника, 2009. - 720с.
21. Энциклопедия "Оружие и технологии России. XXI век". Т. 13 — Системы управления, связи и радиоэлектронной борьбы / Под общ. ред. С. Иванова. - М.: ИД "Оружие и технологии", 2006. - 686с.
22. Юкин С.А. Алгоритмы распознавания типов радиолокационных помех по ковариационным моментам выборки / А.В. Гуменюк, А.С. Логинов, И.С. Холопов, С.А. Юкин // Цифровая обработка сигналов и ее применение: труды РНТОРЭС им. А.С. Попова.- М., 2008.- Том 1.— С. 388.
23. Шахнович.И. Сверхширокополосная связь. - ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес, 4, 2001.
24. R.Klostermeyer. Theory and Applications of OFDM and CDMA: Wideband Wireless Communications. - John Wiley & Sons, 2005.
25. Лазоренко О.В., Черногор Л.Ф. Сверхширокополосные сигналы и физические процессы // Радиофизика и астрономия, т. 13, 2, 2008. - с. 166-194.

26. Астанин Л.Ю. Очерк истории использования сверхширокополосных радиолокационных сигналов: их описание и обработка // Радиотехника, 3, 2009 - с.37-46.
27. Галицын А.А. Технология широкополосной высокостащенной радиосвязи (С-UWB). - ПЕРВАЯ МИЛЯ, 1, 2008.
28. Иммореев И.Я. Сверхширокополосные радары. Особенности и возможности. - Радиотехника и электроника, т. 54, 1, 2009. - с. 5-31.
29. Будагян И.Ф., Щучкин Г.Г. Моделирование процессов излучения, распространения и рассеяния сверхкоротких импульсов, 4.1, 2 // Радиотехника, 2007.- с.41-49; 2, 2008. - с.45-58.
30. Беспроводная технология Ultra WideBand. // КомпьютерПресс, 5, 2005.
31. Демин В.П., Куприянов А.И., Цветнов В.В. Радиоэлектронная борьба: радиоразведка и радиопротиводействие. - М.: Изд-во МАИ, 1998.
32. Биорадиолокация / Под ред. А.С. Бугаева, С.И. Ивашова, И.Я. Иммореева. - М: МГТУ им. Баумана, 2008.
33. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория: Справочник / Под ред. Я.Д. Ширмана. - М.: ЗАО «МАКВИС», 1998.
34. Демин В.П., Куприянов А.И., Цветнов В.В. Радиоэлектронная борьба: радиомаскировка и помехозащита. - М.: Изд-во МАИ, 1999.
35. Основы радиоуправления: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.А. Вейцеля. - М.: Радио и связь, 1995.
36. Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радиолокационные и радионавигационные системы. - М.: Радио и связь, 1994.
37. Сетевые спутниковые радионавигационные системы / Под ред. В.С. Шебашевича. - М.: Радио и связь, 1993.
38. Спутниковая связь и вещание / Под ред. Л.Я. Кантора. Справочное издание. - М.: Радио и связь, 1997.
39. Цифровые процессоры обработки сигналов: Справочник / Под ред. А.Г. Остапенко. - М.: Радио и связь, 1994.
40. Дорохин С.А. Высокопроизводительные процессоры цифровой обработки сигналов — 2000.
41. Коновалов Г.Ф. Радиоавтоматика: Учебник для вузов. - М: ИПРЖР, 2004.-335с.
42. Кузьмин С.З. Цифровая радиолокация. Введение в теорию. - Киев: ВЦ, 2000. - 428с.
43. Юкин С.А. Исследование радиолокационного изображения поверхности земли при маловысотном полете // Методы и устройства обработки сигналов в радиотехнических системах: межвуз. сб. науч. тр. Вып. 4. - Рязань: РГРТУ, 2008,- с.75.
44. Перунов Ю.М., Фомичев К.И., Юдин Л.М. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием / Под ред. Ю.М. Перунова. М: Радиотехника. 2003. - 416с.



45. Будагян И.Ф., Саженов Р.В. Сверхширокополосные антенные системы // Мультимедийное учебное пособие. - М: ЭИ, МИРЭА, 2010, № государственной регистрации 0321000885 от 02.06.2010 г.

Исполняющий обязанности директора  
Института радиотехнических и  
телекоммуникационных систем



М.А. Назаренко