

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



**УТВЕРЖДАЮ**  
Заместитель председателя  
Приемной комиссии,  
проректор по учебной работе

М.В. Румянцев

**ПРОГРАММА**  
**вступительного испытания в аспирантуру**  
**по направлению 11.06.01 Электроника, радиотехника**  
**и системы связи**  
**программа (профиль) 05.12.14 Радиолокация**  
**и радионавигация**

Красноярск 2017

## **Введение**

Настоящая программа базируется на вузовских дисциплинах, соответствующих государственному образовательному стандарту (ГОС) по направлению «Радиотехника». Основной материал содержится в дисциплинах: радиотехнические цепи и сигналы; электродинамика и распространение радиоволн; схемотехника аналоговых электронных устройств; цифровые устройства и микропроцессоры; устройства СВЧ и антенны: электроника; устройства генерирования и формирования сигналов; устройства приема и преобразования сигналов; вычислительные устройства и системы; радиотехнические системы; статистическая теория радиотехнических систем.

Программа разработана на основе соответствующей программы кандидатского экзамена разработки Московского авиационного института (государственного технического университета).

### **1. Статистическая теория радиотехнических систем**

#### *1.1. 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.

Шумы и помехи как случайные процессы. Плотности распределения вероятностей, характеристические функции и функции распределения случайных процессов. Энергетические характеристики случайных процессов. Моментные и корреляционные функции. Спектральная плотность. Гауссовский случайный процесс и его характеристики.

Критерии и решающие правила оптимального обнаружения: критерий Байеса, минимаксный критерий, 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 сигналов в негауссовых помехах.

Информативные и неинформативные параметры сигналов. Оценки параметров сигналов. Байесовские и небайесовские оценки и их свойства. Оценка максимального правдоподобия и ее свойства, Неравенство Крамера-Рао. Потенциальная точность измерения параметра.

Оценивание времени запаздывания, частоты и фазы различных моделей сигнала.

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

ночно-корреляционная обработка сигналов.

Общие сведения о разрешении и распознавании сигналов (объектов). Характеристики (признаки) объектов и сигналов, используемые для разрешения и распознавания.

Цифровые методы обработки сигналов. Дискретизация сигналов по времени и квантование по уровню. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и выбор параметров кода. Цифровая фильтрация во временной и частотной областях. Цифровой спектральный анализ. Быстрое преобразование Фурье.

Искусственные нейронные сети (ИНС). Обучающиеся и самообучающиеся ИНС. Обработка сигналов с помощью ИНС. Распознавание сигналов и образов объектов с помощью ИНС.

## **2. Радиотехнические системы**

### *2.1. 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. Поляризационная матрица рассеяния. Модели реальных точечных и протяженных целей. Наблюдаемость точечных целей на фоне протяженных (радиолокационный контраст).

Разрешающая способность по дальности, угловым координатам и скорости, Выбор зондирующего сигнала. Простые и сложные сигналы. Двумерная корреляционная функция (ДКФ) зондирующего сигнала. Функция неопределенности (ФН) и диаграмма неопределенности (ДН) радиолокационных сигналов.

Методы измерения координат и параметров движения целей. Следящие и несledящие измерители.

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).

РЛС с синтезированной апертурой (РСА). Выбор параметров РСА и структуры цифровой обработки.

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

### *2.2. Системы и устройства радионавигации*

Методы определения местоположения объекта. Принципы радионавигации и методы технической реализации радионавигационных систем (РНС) и устройств (РНУ). Методы радиоуправления в радионавигации, Элементы теории автоматического управления объектами Радиосистемы дальней навигации (РСДН). Спутниковые радионавигационные системы (СРНС). Особенности построения и функционирования СРНС.

### *2.3. 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. Методы модуляции и кодирования, Защита информации Критерии качества РСПИ. Цифровые РСПИ.

## **3. Радиотехнические устройства**

### *3.1. 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. Решение электродинамической задачи рассеяния радиоволн на телах заданной формы. Распространение радиоволн в природных условиях. Явления дифракции и интерференции.

Канализация радиоволн. Волноводы и фидеры. Элементы теории антенн.

## **Список рекомендованных источников**

### **Основная литература**

1. Радиотехнические системы под ред. Ю.М. Казаринова. Учебник. – М.: Изд. центр Академия, 2008. - 587 с.
2. Информационные технологии в радиотехнических системах. Под ред. И.Б. Федорова. – М.: 2003. - 671с.
3. Г.Я. Шайдуров. Основы теории и проектирования радиотехнических систем. Сибирский федеральный университет. – Красноярск, 2010. -281 с.
4. Г.А. Ерохин и др. Учебник Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. – М.: Горячая линия-Телеком. 2004. - 491 с.

### **Дополнительная литература**

1. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория: Справочник/Под ред. Я.Д. Ширмана. – М.: Радиотехника, 2007. - 512 с.
2. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебное пособие. – М: Радиотехника, 2003.
3. Кокорин В.И. Радионавигационные системы и устройства. Уч. пособие. – Красноярск: ИПЦКГТУ. 2006. - 174 с.

**Примечание.** Основной материал программы, содержащий методы статистической теории обработки сигналов в радиосистемах и радиоустройствах, а также методы синтеза оптимальных алгоритмов и структур обработки сигналов сведен в раздел «Статистическая теория радиотехнических систем». Он

является общим и обязательным для всех соискателей как теоретическая база для изучения всех радиотехнических систем и устройств. В соответствии с тематикой диссертации разделы 2 и 3 могут изучаться в сокращенном объеме.

Материалы по электродинамике, распространению радиоволн и радиосистемам передачи информации имеют вспомогательное значение и необходимы соискателям, ведущим исследования в области радиосистем и устройств, представленных в разделах 2 и 3.

Составители программы:

Шайдуров Г.Я., д-р техн. наук, профессор,

Панько С.П., д-р техн. наук, профессор.

Программа соответствует паспорту номенклатуры специальностей научных работников.