


**Акционерное общество  
«Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и  
информационных систем»**

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель генерального директора  
по науке

  
\_\_\_\_\_ А.А. Романов

« 18 » мая 2017 г.

**ПРОГРАММА  
кандидатского экзамена**

**Направление подготовки:**

11.06.01. Электроника, радиотехника и системы связи

**Направленность:**

Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

Всего на подготовку: 36 часов

## СОДЕРЖАНИЕ

### АННОТАЦИЯ

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.

### ТЕМЫ

Тема 1. Математическое описание и методы анализа сигналов и помех. Пространство сигналов. Метрические и линейные пространства сигналов. Дискретные представления сигналов. Полные ортонормальные системы. Интегральные представления сигналов. Преобразования Фурье, Гильберта и другие интегральные преобразования. Разложение сигнала по заданной системе функций. Гармонический анализ сигналов. Спектры периодических и непериодических сигналов. Теорема отсчетов Котельникова в частотной области. Дискретные сигналы и их анализ. Дискретное преобразование Фурье и Гильберта и их свойства. Решетчатые функции. Z-преобразование. 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. Огибающая, фаза и частота узкополосного сигнала. Аналитические сигналы. 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. Свойства корреляционных функций. Теорема Винера-Хинчина. Стационарность и эргодичность случайных процессов. Автокорреляционные и взаимные корреляционные функции. Непрерывность и дифференцируемость случайных процессов. Интегрирование случайных процессов. Гауссовский случайный процесс и его характеристики. Процессы близкие к гауссовскому. Импульсные и точечные случайные процессы. Марковские процессы. Узкополосные случайные процессы. Статистические характеристики огибающей, фазы и их производных для суммы сигнала и узкополосного шума. Выбросы случайных процессов.

Тема 2. Модели радиотехнических цепей и устройств. Линейные и нелинейные цепи и устройства. Методы анализа стационарных и переходных режимов в радиотехнических цепях, устройствах и динамических системах. Методы исследования устойчивости радиоустройств и динамических систем.

Линейные цепи и устройства с постоянными параметрами. Активные линейные цепи. Усилители и их характеристики. Параметры, графы и эквивалентные схемы усилителей. Прохождение сигналов и помех (детерминированных и случайных колебаний) через линейные цепи с постоянными параметрами. Нелинейные цепи и устройства. Методы анализа нелинейных цепей. Умножители частоты. Амплитудные ограничители. Детекторы. Преобразователи частоты колебаний. Генераторы колебаний. Автоколебательные системы. Модуляторы колебаний. Цепи и устройства с переменными параметрами. Параметрическое усиление, преобразование и генерирование колебаний.

Воздействие случайных процессов на нелинейные и параметрические цепи и устройства. Статистические характеристики процессов на выходе нелинейных устройств и методы их нахождения. Дискретные линейные системы. Методы анализа и синтеза дискретных радиотехнических устройств. Цифровые фильтры. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры. Физическая осуществимость и устойчивость цифровых фильтров. Импульсные характеристики цифровых фильтров. Спектральный анализ с помощью дискретного и быстрого преобразования Фурье. Следящие радиотехнические системы. Статистическая динамика радиотехнических следящих систем. Структурные схемы следящих систем: автоматической регулировки (усиления, автоматической подстройки частоты, фазовой автоподстройки и др.). Статистические характеристики дискриминаторов. Методы анализа динамических систем с переменными и случайными параметрами. Статистическая динамика непрерывных, дискретных и импульсных следящих радиосистем.

### Тема 3. Цифровые методы обработки сигналов.

Дискретизация сигналов по времени и квантование по уровню. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и выбор параметров кода. Методы синтеза алгоритмов и устройств цифровой обработки сигналов. Цифровая фильтрация и цифровые фильтры. Ошибки квантования и округления. Методы расчета цифровых фильтров. Коэффициент передачи и импульсная характеристика цифровых фильтров. Цифровая фильтрация во временной и частотной областях. Цифровой спектральный анализ. Быстрое преобразование Фурье. Цифровая обработка многомерных сигналов и изображений. Прием и обработки данных дистанционного зондирования Земли. Понятие о кодирование информации. Способы кодирования, применяемые в спутниковых радиоприемах КА ДЗЗ.

Общие сведения о спутниковой навигационной системе ГЛОНАСС. Структура и основные характеристики. Система координат, используемая в СРНС ГЛОНАСС. Частотно-временное обеспечение. Шкалы времени системы ГЛОНАСС. Альманах системы ГЛОНАСС.

Тема 4. Радиосистемы и устройства передачи информации. Области применения и задачи передачи информации. Мера количества информации (Хартли, К. Шеннон). Энтропия источника информации и ее свойства. Избыточность. Производительность. Дифференциальная энтропия. Пропускная способность канала связи. Формула Шеннона. Основная теорема кодирования. Понятие о кодировании информации: код, алфавит, основание и значность кода. Методы Фэно-Шеннона и Хаффмена построения эффективного кода. Принцип построения кодов, обнаруживающих и исправляющих ошибки. Способы приема двоичных сигналов в каналах с постоянными параметрами. Некогерентный прием двоичных АМ и ЧМ сигналов. Прием ФМ сигналов, «обратная работа» и применение ОФМ. Прием сигналов в каналах со случайными параметрами. Характеристики каналов. Одиночный прием двоичных флюктуирующих сигналов. Разнесенный прием сигналов. Теории потенциальной помехоустойчивости В.А. Котельникова. Критерий помехоустойчивости приема непрерывных сообщений. Выигрыш и обобщенный выигрыш в отношении сообщение (сигнал) шум. Алгоритм оптимальной демодуляции непрерывных сообщений при слабых помехах. Виды модуляции при передаче непрерывных сообщений. Мощность шума на выходе демодулятора и его энергетический спектр. Применение АМ, БМ, ОПМ, ФМ и ЧМ, их сравнение по выигрышу и физическое объяснение. Плата за повышенную помехоустойчивость при ФМ и ЧМ. Пороговые явления при передаче непрерывных сообщений. Цифровые методы передачи непрерывных сообщений. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ). Дифференциальная ИКМ и дельта-модуляция. Основы теории разделения сигналов и многоканальных РСПИ. Необходимое и достаточное условия линейного разделения сигналов. Частотное, временное и фазовое разделение сигналов.

Разделение сигналов по форме. Асинхронные адресные системы передачи информации. Применение сложных шумоподобных сигналов в РСПИ. Радиолинии. Диапазон радиоволн в системах передачи информации. Виды радиосистем передачи информации (РСПИ): связные, телевизионные, телеметрические и командные. Канал связи и его характеристики. Пропускная способность канала. Характеристики и параметры передаваемой информации. Структура радиосигналов. Методы модуляции и кодирования. Модемы и кодеки. Защита информации. Критерии качества РСПИ. Многоканальные РСПИ. Многостанционные радиосистемы передачи информации. Синхронизация в РСПИ: фазовая, тактовая, цикловая и кадровая синхронизация. Постановка задачи оптимизации применимо к составу служебной системы наноспутника под решаемые задачи. Управление космическими аппаратами. Радиосистемы дальней навигации (РСДН). Построение глобальных и региональных РСНД. Спутниковые радионавигационные системы (СРНС). Передача сведений об орбитах спутников потребителю для целей навигации. Особенности построения и функционирования СРНС. Радиосистемы ближней навигации (РСБН). Радиосистемы посадки летательных аппаратов.

Тема 5. Радиотелевизионные системы. Физические принципы, используемые для формирования, передачи, приема и консервации изображений. Диапазон радиоволн, используемый в телевидении. Методы разложения изображений на элементы. Принцип последовательной передачи элементов изображения. Кадр, строки и элементы изображения. Слитность изображения. Синхронизация смены кадров и начала развертки строк. Формат телевизионного сигнала. Стандарты телевизионных сигналов. Особенности построения телевизионных передатчиков. Передача радиосигнала изображения. Передача звукового сопровождения. Формирование и передача сигналов синхронизации и кода цветности сигнала. Преобразование оптического изображения в электрический сигнал в передающей телевизионной камере (ПТК). Оптическая система ПТК. Передающие телевизионные трубки. Мощные широкополосные усилители с корректирующими цепями. Методы стабилизации частоты в телевизионных передатчиках. Особенности передающих и приемных телевизионных антенн метровых, дециметровых и сантиметровых волн. Особенности телевизионных приемников. Селектор каналов, преобразователь частоты, УПЧ, видеоусилитель и декодер цветности. Устройство выделения синхроимпульсов для синхронизации развертки изображения приемной телевизионной трубки. Генераторы строчной и кадровой развертки. Методы запоминания, сжатия и хранения изображений. Цифровое телевидение. Спутниковые телевизионные системы. Телевизионные системы обзора и наблюдения (в том числе и скрытного). Телевизионные визиры. Телевизионные системы наведения и прицеливания. Охранные телевизионные системы. Системы предупреждения столкновения и системы причаливания.

Тема 6. Системы и устройства радиоуправления. Области применения и задачи управления объектами. Элементы теории автоматического управления. Объекты управления. Контур следящего управления и его основные звенья. Командное следящее радиоуправление, автономное радиоуправление, радиоуправление при наведении по лучу, управление космическими аппаратами. Особенности радиолиний управления объектами. Командно-измерительные комплексы. Радиоуправление приборами и агрегатами. Синтез и анализ систем радиоуправления. Использование имитационных моделей.

Тема 7. Системы радиоэлектронной борьбы. Задачи радиоэлектронной борьбы (РЭБ) с системами телевидения и радиосвязи. Радиотехническая разведка (РТР). Определение параметров радиосигналов систем телевидения и радиосвязи различного назначения средствами РТР. Методы определения местоположения систем радиосвязи и

телевидения. Эффективность средств РТР. Методы и средства радиоэлектронного противодействия. Генераторы активных помех. Виды активных помех.

Тема 8. Радиотехнические системы и устройства в биологии, медицине, метрологии и других отраслях. Задачи радиосистем в биологии, медицине, метрологии и других отраслях. Использование ультразвуковых сигналов для медицинской диагностики и дефектоскопии. Медицинские устройства СВЧ, радиометрии, интроскопии, томографии, кардиографии и т.п. Радиотехнические устройства и приборы в метрологии. Использование телевизионных систем в промышленности, биологии и медицине. Радиотехнические устройства и приборы в метрологических работах, проводимых в ходе радиометрической калибровки сканирующей аппаратуры.

Методы обеспечения метрологической точности в сканирующих системах дистанционного зондирования Земли. Критерии выбора спектральных диапазонов для сканирующей аппаратуры дистанционного зондирования Земли. Классификация сканирующей аппаратуры для дистанционного зондирования Земли.

Тема 9. Методы проектирования и конструирования 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). Интегральная микросхемотехника, большие (БИС) и сверхбольшие (СБИС) интегральные схемы. Печатный монтаж. Ремонтпригодность РЭА. Способы защиты РЭА от воздействия окружающей среды, динамических перегрузок и электромагнитного излучения. Тепловой режим РЭА. Надежность РЭА.

Тема 10. Антенны: излучение и прием радиоволн, распространение электромагнитных волн. Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергия электромагнитного поля. 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. Канализация радиоволн. Волноводы и фидеры. Теория цепей СВЧ. Электромагнитные резонаторы. Взаимные и невзаимные устройства СВЧ. Элементы теории антенн. 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 различных диапазонов радиоволн для целей радиосвязи и телевидения.

Тема 11. Устройства генерирования и формирования сигналов. Генераторы и автогенераторы. Режимы самовозбуждения, их особенности. Стабильность частоты и методы ее повышения. Стабилизация с помощью высокодобротных колебательных систем (резонаторов). Кварцевые генераторы. Квантовые эталоны частоты. Умножители частоты. Синтезаторы частоты. Факторы, ограничивающие мощность генераторов. Суммирование мощностей генераторов. Управление колебаниями (модуляция). Основы теории линейной и нелинейной модуляции (манипуляции). Генерация и усиление СВЧ колебаний. Основные типы генераторов и усилителей СВЧ.

Тема 12. Устройства приема и преобразования сигналов. Основные типы радиоприемных устройств. Узлы радиоприемников, их схемные решения и расчет. Преобразователи частоты сигналов, смесители и гетеродины. Детекторы сигналов: амплитудные, частотные и фазовые. Усилители различных частотных диапазонов. Автоматические регулировки в радиоприемниках. Особенности телевизионных и связанных радиоприемников. Элементная база радиоприемных устройств. Методы проектирования

радиоприемников. Моделирование радиоприемников и их элементов. Вторичные источники электропитания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гоноровский И.С., Демин М.П. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1994.
2. Тихонов В. И., Харисов В. Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2004.
3. Григорьев А.Д. Электродинамика и техника СВЧ. – М.: Высш. шк., 1990.
4. Воскресенский Д. И., Гостюхин В. Л., Максимов В. М., Пономарев Л. И. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов / Под ред. Д. И. Воскресенского. Изд. 2-е, доп. и перераб. – М: Радиотехника, 2006.
5. Коновалов Г.Ф. Радиоавтоматика: Учебник для вузов. – М: ИПРЖР, 2003.
6. Устройства генерирования и формирования радиосигналов / Под ред. Г.М. Уткина, М.В. Благовещенского, В.Н. Кулешова. – М.: Радио и связь, 1994.
7. Радиотехнические системы передачи информации / Под ред. В.В. Калмыкова. – М.: Радио и связь, 1990.
8. Самойленко В.И., Пузырев В.А., Грубрин И.В. Техническая кибернетика: Учеб. пособие для вузов. – М: Изд-во МАИ, 1994.
9. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория: Справочник / Под ред. Я. Д. Ширмана. – М.: Радиотехника, 2007.
10. Спутниковая связь и вещание: Справочное издание / Под ред. Л.Я. Кантора. – М.: Радио и связь, 1997.
11. Окунев Ю.Б. Цифровая передача информации фазоманипулированными сигналами. – М.: Радио и связь, 1991.
12. Цифровые процессоры обработки сигналов: Справочник / Под ред. А.Г. Остапенко. – М.: Радио и связь, 1994.
13. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2005.

Заведующий аспирантурой



А.А. Пальянов