

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

АО «НПП «Полет», к.т.н.



А.В. Комяков

2023 г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена по специальности
«Системы, сети и устройства телекоммуникаций»
в аспирантуру АО «НПП «Полет»

Программа рассмотрена и одобрена на заседании научно-теоретической секции НТС предприятия

Руководитель аспирантуры



Я.А. Измайлова

Поступающие в аспирантуру специалисты должны знать:

- назначение, состав и типовые тактико-технические характеристики современных средств авиационной радиосвязи;
- принципы построения и функциональные схемы бортовой аппаратуры радиосвязи;
- основы теории оптимального радиоприема;
- методы повышения помехоустойчивости, помехозащищенности и скрытности связи;
- методы увеличения дальности, надежности и живучести систем воздушной радиосвязи;
- особенности цифровых систем связи, в том числе, систем с многостанционным доступом;
- принципы комплексирования средств воздушной радиосвязи, а также пути интеграции бортового радиоэлектронного оборудования;
- особенности конструирования и эксплуатации бортовых средств связи;
- перспективные телекоммуникационные технологии.

Раздел 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АВИАЦИОННОЙ РАДИОСВЯЗИ

1.1. Системы речевой радиосвязи

Понятие сигнала, системы, канала и сети радиосвязи.

Принципы формирования каналов ближней и дальней радиосвязи.

Симплексная связь, дуплексная связь, полудуплексная связь.

Непрерывный канал авиационной радиосвязи. Его состав, описание, особенности. Помехи и искажения в канале.

Математические модели аналоговых сообщений. Основные способы формирования и оптимального приема радиосигналов с различными видами модуляции. Фильтр Калмана. Помехоустойчивость передачи аналоговых сообщений в системах с амплитудной, фазовой и частотной модуляцией. Двухполосная модуляция с подавленной несущей. Однополосная модуляция.

Особенности авиационных каналов связи. Радиоприем в условиях эффекта Доплера и способы его описания. Искажения сигналов из-за характеристик приемопередающих антенн. Наличие сигналов, отраженных от Земли и элементов конструкции самолета. Внутрисамолетные акустические шумы.

Речевой сигнал, его основные статистические характеристики. Разборчивость речи. Компрессия речевых сообщений. Вокодеры. Импульсные системы радиосвязи. Дискретизация непрерывных сообщений по времени.

Принципы и идеология ведения речевой авиационной радиосвязи.

Распределение и присвоение радиочастот.

1.2. Системы передачи дискретных сообщений

Преимущества и недостатки цифровой связи по сравнению с аналоговой.

Преобразования информации в системе цифровой связи.

Модели и вероятностные характеристики цифровых сообщений.

Оптимальные сигналы и их характеристики.

Помехоустойчивое кодирование цифровых сообщений. Основные характеристики помехоустойчивых кодов.

Формирование сигналов с амплитудной, фазовой и частотной манипуляцией. Дискретный фильтр Калмана. Структурные схемы оптимальных приемников с различными видами манипуляции.

Корреляционный радиоприем. Согласованные фильтры и их свойства.

Цифровая передача аналоговых сообщений. Квантование сообщений по времени и по уровням. Выбор частоты квантования. Импульсно-кодовая модуляция и дельта-модуляция. Способы преобразования речевых сообщений в цифровую форму.

Виды широкополосных сигналов. Их корреляционные и спектральные характеристики на примере фазоманипулированных сигналов и сигналов с минимальным частотным сдвигом.

Раздел 2. АППАРАТУРА И КОМПЛЕКСЫ АВИАЦИОННОЙ РАДИОСВЯЗИ

2.1. Бортовые авиационные радиостанции.

Назначение, основные тактико-технические характеристики, условия эксплуатации. Особенности конструкций. Принцип построения: передатчик, приемник, синтезатор частот, система управления, антенно-фидерное устройство. Виды самолетных антенн различных диапазонов, их характеристики и области применения.

Характеристики поколений радиостанций. Особенности радиостанций 5-го поколения.

2.2. Бортовые комплексы связи (БКС)

Типовая структурная схема бортового комплекса связи. Автоматизация процесса передачи информации. Устройства ввода-вывода информации. Математическое обеспечение специализированного вычислителя связи. Каналообразующая и оконечная аппаратура БКС.

Обеспечение электромагнитной совместимости бортовых комплексов связи. Технические и организационные пути обеспечения ЭМС.

Интеграция бортового радиоэлектронного оборудования. Интеграция аппаратуры комплексов средств связи. Объединенные комплексы связи, навигации, опознавания.

Особенности информационного взаимодействия с наземными центрами управления и АСУ.

Раздел 3. СИСТЕМЫ АВИАЦИОННОЙ ЦИФРОВОЙ РАДИОСВЯЗИ

3.1. Системы радиосвязи

Классификация систем авиационной радиосвязи в зависимости от диапазона частот, от вида радиосигналов, включая широкополосные сигналы. Образование каналов в линиях связи. Способы уплотнения каналов

(частотное, временное, кодовое). Модели авиационных каналов радиосвязи в диапазонах КВ, МВ-ДМВ, СМВ. Особенности радиосвязи с летательными аппаратами на малых высотах. Ретрансляция сигналов.

Спутниковые системы связи. Особенности спутниковых систем связи с использованием стационарных и нестационарных спутников.

Оптические системы связи, их функционирование и области применения в авиации.

Основные функциональные задачи информационного обмена.

3.2. Системы передачи данных (СПД).

Назначение и структура СПД. Методы защиты передаваемых данных от ошибок. Системы передачи данных с обратной связью и без обратной связи. Методы маршрутизации сообщений – системы с коммутацией

каналов, с коммутацией сообщений, пакетов, с гибридными видами коммутации. СПД как система массового обслуживания. Простейшие потоки требований. Математические модели систем с потерями и с ожиданием. Управление в сетях связи: централизованное, децентрализованное, иерархическое. Системы с множественным доступом.

Принципы организации и ведения автоматической радиосвязи разных диапазонов частот.

Раздел 4. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ В АВИАЦИОННОЙ РАДИОСВЯЗИ.

Методы разделения каналов (частотное, временное, кодовое и т. д.)

Методы защиты от ошибок в каналах связи. Методы маршрутизации и коммутации в сетях связи. Потоки требований, их характеристики. Системы передачи данных как системы массового обслуживания. Основные модели систем массового обслуживания по классификации Кэндела. Системы с потерями и ожиданием. Управление на сетях связи.

Принципы составления каналов транкинговой цифровой радиосвязи. Описание стандарта «Тетра».

Применение технологии SDR.

Использование технологии MIMO в системах радиосвязи.

Интегрированная модульная авионика (ИМА) в системах авиационной радиосвязи.

Технология «Когнитивное радио» в системах радиосвязи.

Виды широкополосного радиодоступа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авиационные радиосвязные устройства. Под ред. Тихонова В.И., М., ВВИА им. проф. Н.Е.Жуковского, 1986.
2. Тихонов В.И., Харисов В.Н., Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем, М., Радио и связь, 1991.
3. Варакин Л.Е., Системы связи с шумоподобными сигналами, М., Радио и связь, 1986.
4. Спилкер Дж., Цифровая спутниковая связь, М. Связь, 1989.
5. Прокис Дж. Цифровая связь. М., Радио и связь, 2000.

6. Адаптация в системах цифровой радиосвязи; Монография /В.Г.Баранов, Е.Л.Белоусов, В.Р.Милов; НГТУ, Н.Новгород, 2001.
7. Сергиенко А.Б., Цифровая обработка сигналов. Учебник для вузов, СПб: Питер, 2002.
8. Гауэр Дж., Оптические системы связи, М., Радио и связь, 1989
9. Лавров А.С., Резников Г.В., Антенно-фидерные устройства, М., Сов. радио, 1974 г.
10. Резников Г.В., Самолетные антенны, М., Сов. радио, 1962 г.
11. Белоусов Е.Л., Ушкар М.Н. Конструирование блоков бортовой авиационной аппаратуры связи. Учебное пособие, НГТУ, Н.Новгород, 2005.
12. Сосновский А.А., Хаймович И.А., Радиоэлектронное оборудование летательных аппаратов, М., Транспорт, 1987.
13. Надежность и живучесть систем связи (под ред. Дудника Б.Я.), М., Радио и связь, 1984.
14. Теория сетей связи. Под ред. Рогинского, М., Радио и связь, 1981.
15. Гаранин М.В., Журавлев В.И., Синегин С.В., Системы и средства передачи информации, М., Радио и связь, 2001.
16. Маковеева М.Н., Шинаков Ю.С., Системы связи с подвижными объектами, Учебное пособие для вузов, М., Радио и связь, 2002.
17. К.Феер, Беспроводная цифровая связь, М., Радио и связь, 2000.
18. Карташевский В.Г., Семенов С.Н., Фирстова Т.В., Сети подвижной связи, М., Эко-Трендз, 2001.
19. Громаков Ю.А., Голяницкий И.А., Шевцов В.А. Оптимальная обработка радиосигналов большими системами, М., Эко-Трендз, 2004.
20. А.Соколов, В.Андрианов, Альтернатива сотовой связи: Транкинговые системы, БХВ-Петербург Арлит, 2002.
21. Регламент радиосвязи. МСЭ, Генеральный секретариат, 1999г.
22. Б.Скляр, Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение, М., Издательский дом «Вильямс», 2003.
23. Теория электрической связи, Учебник для вузов. Под ред. Д.Л. Кловского М., Радио и связь, 1999.
24. М.Шварц, Сети связи. Протоколы, моделирование, анализ, т.1,2, М., Наука, ГФМЛ, 1992.
25. Дж.Уолрeid, Телекоммуникационные и компьютерные сети, М., Постмаркет, 2001.
26. Кейстович А.В., Комяков А.В. Системы и техника радиосвязи в авиации. Учебное пособие, НГТУ, Н.Новгород, 2012.