

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель Генерального конструктора
по программно-целевому развитию –
директор Научно-образовательного
комплекса, д.т.н., профессор

В.М. Балашов

«20» Сентябрь 2017 г.

**ПРОГРАММА
Вступительного экзамена**

по специальности 05.12.14 – Радиолокация и радионавигация

Направление подготовки: 11.06.01 - Электроника, радиотехника и
системы связи

Направленность: Радиолокация и радионавигация

Уровень высшего образования: Подготовка научно-педагогических кадров в
аспирантуре

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь.

2017 г.

1.Введение

Программа предназначена для поступающих в Центр подготовки кадров высшей квалификации - аспирантуру акционерного общества «Научно-производственное предприятие «Радар ммс» по направлению подготовки 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи, направленность Радиолокация и радионавигация.

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.

2.Форма проведения испытания

Вступительное испытание по направлению подготовки аспирантов 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи» проводится в виде собеседования с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде. Собеседование проводится с целью выявления у абитуриента объёма научных знаний, научно-исследовательских компетенций, навыков системного и критического мышления, необходимых для обучения в аспирантуре. Поступающий должен показать профессиональное владение теорией и практикой в предметной области, продемонстрировать умение вести научную дискуссию.

Билет для собеседования включает три вопроса по дисциплине специализации.

Испытание состоит из ответов на вопросы билета и дополнительные вопросы в рамках программы вступительного испытания.

3.Критерии оценки результатов испытания

Оценка «отлично» ставится в случае, если поступающий дал правильные и развернутые ответы на вопросы билета, правильные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» ставится в случае, если поступающий дал неполный ответ на один из вопросов билета или у поступающего возникли затруднения при ответе на дополнительные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится в случае, если поступающий дал неполные ответы на вопросы билета или неправильные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится в случае, если поступающий дал неправильные ответы на вопросы билета и на дополнительные вопросы.

4.Содержание программы

Тема 1. Сигналы и помехи в радиолокационных системах

Назначение и классификация радиолокационных систем. Основные задачи, решаемые в радиолокационных системах. Классификация сигналов и помех в

радиолокационных системах. Применение детерминированных, квазидетерминированных и случайных функций и процессов для построения моделей сигналов и помех. Простые, сложные, узкополосные, широкополосные и сверхширокополосные сигналы.

Тема 2. Основные понятия теории статистических решений

Статистическое описание сигналов, помех информационных и неинформационных параметров и процессов в радиотехнических системах. Подходы к решению задачи проверки статистических гипотез. Простые гипотезы. Подход на основе критерия Байеса. Подход на основе критерия Неймана-Пирсона. Отношение правдоподобия. Сложные гипотезы. Априорная неопределенность. Способы преодоления априорной неопределенности.

Тема 3. Обнаружение сигналов

Обнаружение сигналов как двух альтернативная проверка гипотез. Решающие правила оптимального обнаружения; критерий Байеса, критерий Неймана-Пирсона. Последовательное обнаружение, критерий Вальда. Показатели качества обнаружения. Обнаружение детерминированных и квазидетерминированных сигналов на фоне белого шума. Корреляционная, фильтровая и корреляционно-фильтровая обработка сигналов. Обнаружение радиосигналов со случайной начальной фазой и амплитудой. Обнаружение пачки когерентных радиоимпульсов на фоне белого шума. Обнаружение нефлуктуирующих и флуктуирующих пачек некогерентных радиоимпульсов на фоне белого шума. Методика расчета пороговой мощности сигналов. Обнаружение сигналов на фоне коррелированных помех; обеляющие фильтры. Обнаружение пространственно-временных сигналов. Цифровое обнаружение сигналов; некогерентная и когерентная цифровая обработка.

Тема 4. Оценивание параметров сигналов

Информативные и неинформативные параметры сигналов. Байесовские оценки и их свойства. Небайесовские оценки. Оценка максимального правдоподобия параметра сигнала и ее свойства. Неравенство Крамера-Рао. Потенциальная точность измерения параметра сигнала. Многоканальные и следящие измерители. Оценивание энергетических и незэнергетических параметров сигнала при наличии белого шума. Оценивание времени запаздывания и смещения частоты сигнала со случайной начальной фазой и амплитудой. Функция рассогласования узкополосного радиосигнала и ее свойства. Связь функции рассогласования с потенциальной точностью измерения параметров сигнала. Оценивание стохастических сигналов и их параметров. Три вида задачи оценивания: фильтрация, интерполяция, экстраполяция. Дискретные марковские случайные процессы. Оптимальная линейная фильтрация. Фильтр Калмана. Нелинейная фильтрация. Синтез алгоритмов методом гауссовского приближения.

Тема 5. Методы обработки сигналов при априорной неопределенности

Параметрическая и непараметрическая модели априорной неопределенности. Параметрические методы синтеза алгоритмов. Адаптивный Байесовский подход.

Методы синтеза адаптивных алгоритмов. Стабилизация уровня ложных тревог. Адаптивные компенсаторы помех с корреляционной обратной связью. Обработка сигналов в адаптивной антенной решетке. Алгоритм Уйдроу. Непараметрические методы синтеза алгоритмов. Знаковые и ранговые статистики. Знаковые и ранговые обнаружители и измерители. Методы синтеза робастных алгоритмов.

Тема 6. Разрешение, различие и распознавание сигналов

Общие сведения о разрешении, различии и распознавании объектов и сигналов. Признаки объектов и сигналов, используемые при радиолокационном распознавании. Взаимосвязь задач разрешения и распознавания. Статистическая оптимизация разрешения, различия и распознавания сигналов; решающие правила и показатели качества. Алгоритмы разрешения, различия и распознавания детерминированных и квазидетерминированных сигналов на фоне белого шума. Простые правила распознавания: «голосования», «ближайшего соседа». Связь разрешающей способности с функцией рассогласования. Меры разрешающей способности. Критерий Релея. Обработка сложных (частотно-модулированных и фазоманипулированных) сигналов; снижение уровня боковых лепестков. Меры разрешающей способности по времени запаздывания и по частоте.

Тема 7. Общие сведения о радиолокационных системах

Классификация радиолокационных систем. Основные определения. Задачи, решаемые с помощью радиолокационных систем (РЛС). Краткая история развития радиолокации. Физические основы активного и пассивного обнаружения РЛ целей. Однопозиционные, бистатические (разнесенные) и многопозиционные радиолокационные системы. Физические основы определения координат и параметров движения целей. Диапазоны радиоволн, используемые в радиолокации.

Тема 8. Методы определения координат и параметров движения объектов

Обзор пространства и поиск РЛ целей. Методы определения координат объектов. Позиционные методы. Метод счисления пути. Обзорно-сравнительный метод. Основные тактические характеристики РЛС и РНС. Основные технические характеристики РЛС и РНС.

Тема 9. Рассеивающие свойства объектов

Виды вторичного излучения электромагнитных волн. Эффективная площадь рассеяния объектов (ЭПР). Поляризационная матрица рассеяния и матрица ЭПР. Классификация радиолокационных объектов. ЭПР элементарных объектов. ЭПР сложных объектов. ЭПР поверхностно-распределенных объектов. ЭПР объемно-распределенных объектов.

Экспериментальное определение ЭПР. Способы изменения радиолокационной заметности объектов. Малозаметные РЛ цели.

Тема 10. Дальность действия радиолокационных и радионавигационных систем

Дальность действия РЛС и РНС. Дальность действия в свободном пространстве; дальность действия радиолинии, пассивной системы, активной системы, бистатической системы, активной системы с активным ответом. Влияние атмосферы и земной поверхности на дальность действия. Дальность прямой видимости.

Тема 11. Борьба с помехами в радиолокационных и радионавигационных системах

Классификация помех. Пассивные помехи. Пассивные помехи от подстилающей поверхности. Пассивные помехи от метеообразований. Пассивные помехи искусственного происхождения. Активные помехи, преднамеренные и непреднамеренные. Многолучевое распространение радиоволн. Комбинированные помехи. Обнаружение РЛ целей на фоне пассивных помех, селекция движущихся целей (СДЦ). Особенности борьбы с пассивными помехами в наземных РЛС. Фильтры череспериодной компенсации (ЧПК). ЧПК-1, ЧПК-2. Особенности борьбы с пассивными помехами в бортовых РЛС. Фильтровая СДЦ. Режимы работы РЛС: низкая частота повторения (НЧП), высокая частота повторения (ВЧП), средняя частота повторения (СЧП). Их преимущества и недостатки. Слепые скорости. Слепые дальности. Методы борьбы со слепыми скоростями, слепыми дальностями. Методы защиты РЛС от активных помех. Адаптивные антенные решетки. Алгоритмы управления ДН адаптивных антенных решеток.

Тема 12. Измерение дальности и радиальной скорости

Методы измерения дальности до РЛ цели; импульсный, фазовый и частотный методы. Основные погрешности радиодальномерии. Импульсный радиодальномер. Особенности использования импульсного метода измерения дальности в радионавигации. Следящие импульсные радиодальномеры; режимы поиска и слежения. Фазовый радиодальномер; точность и однозначность измерения. Частотный радиодальномер; точность и разрешающая способность; влияние движения цели. Радиодальномеры со сложными сигналами. Измерения радиальной скорости движения объекта.

Тема 13. Измерение угловых координат

Методы измерения угловых координат (радиопеленгации); пеленгационная характеристика. Амплитудные и фазовые методы измерения угловых координат. Следящие измерители угловых координат. Моноимпульсные измерители угловых координат.

Тема 14. РЛС обзора земной поверхности

Методы радиолокационного обзора местности (земной и водной поверхности); линейная разрешающая способность. РЛС бокового обзора с вдольфюзеляжной антенной (с некогерентной обработкой сигналов). Метод синтезирования апертуры. РЛС с синтезированной апертурой (РСА). Первичная обработка сигналов в РСА. Фокусированная и нефокусированная РСА, режим доплеровского обужения луча (ДОЛ); разрешающая способность. Структурные схемы и техническая реализация РСА. Радиовидение.

Тема 15. Траекторная обработка радиолокационной и радионавигационной информации

Траекторная обработка радиолокационной информации. Этапы траекторной обработки.

Основные фильтры сглаживания координат и параметров движения объектов. Фильтр Калмана, α - β -фильтр, α - β - γ -фильтр.

Тема 16. Радионавигационные системы

Классификация радионавигационных систем. РНС глобальной, дальней и ближней навигации, посадки, сближения истыковки летательных аппаратов и предупреждения столкновений движущихся объектов. Спутниковые радионавигационные системы (СРНС). Обобщенная структурная схема СРНС. Назначение и состав орбитальной группировки навигационных космических аппаратов (НКА) и контрольно-измерительного комплекса. Сигналы СРНС. Методы определения координат по сигналам НКА. Задачи и структура аппаратуры потребителей СРНС. Первичная и вторичная обработка навигационной информации. Точность СРНС. Ошибки определения линий и поверхностей положения. Точность местоопределения на плоскости. Рабочие зоны РНС. Точность местоопределения в пространстве. Повышение точности СРНС методом дифференциальной коррекции. Обзорно-сравнительные радиосистемы навигации по рельефу поверхности, по физическим полям Земли и картам местности; принципы работы, основные технические характеристики и особенности построения.

5. ЛИТЕРАТУРА

- 1.Сосулин Ю.Г. Теоретические основы радиолокации и радионавигации. - М.: Радио и связь, 1992.
- 2.Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем. - М.: Радиотехника, 2003.
- 3.Казаринов Ю.М., Коломенский Ю.А., Кутузов В.М. и др. Радиотехнические системы / Под ред. Ю.М. Казаринова. - М.: Изд. центр «Академия», 2008.
- 4.Сборник задач по курсу «Радиолокационные системы» / Под ред. П.А.Бакулева и А.А.Сосновского. - М.: Радиотехника, 2007.
- 5.Бакулов П.А., Сосновский А.А. Радиолокационные системы: Лабораторный практикум. - М.: Радиотехника, 2007.
- 6.Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. - М.: Радио и связь, 1991.
- 7.Информационные технологии в радиотехнических системах / Под ред. И.Б.Федорова.-М.: Изд. МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004.
- 8.Сосулин Ю.Г., Волкова Г.А., Бруханский А.В. Программированное учебное пособие к практическим занятиям по курсу «Теоретические основы радиолокации и радионавигации». - М.: МАИ, 1983.
- 9.Фомин Я.А., Тарловский Г.Р. Статистическая теория распознавания образов. - М.: Радио и связь, 1986.
- 10.Бакулов П.А. Радиолокационные системы. - М.: Радиотехника, 2007.
- 11.Бакулов П.А., Сосновский А.А. Радионавигационные системы. - М. Радиотехника, 2005.
- 12.Ширман Я.Д., Манжос В.Н. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех. - М.: Радио и связь, 1981.