



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»

Программа кандидатского экзамена

СК-РП-15.1-04-22

Факультет подготовки специалистов высшей квалификации



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе

А.А. Куркин

«14» апреля 2022 г

Кафедра «Информационные радиосистемы»
ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2.2.16
«РАДИОЛОКАЦИЯ И РАДИОНАВИГАЦИЯ»

Область науки:

2. Технические науки

Группа научных специальностей:

2.2. Электроника, фотоника, приборостроение и связь


Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени:

технические науки

Научная специальность

2.2.16. Радиолокация и радионавигация

Нижний Новгород 2022

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Программа предназначена для методического сопровождения процесса подготовки аспирантов (соискателей) к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.2.16 «Радиолокация и радионавигация».

Программа составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре - приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951.
2. Паспорт научной специальности 2.2.16 «Радиолокация и радионавигация», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры научных специальностей, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118.
3. Учебный план НГТУ по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.2.16 «Радиолокация и радионавигация».

РЕКОМЕНДОВАНА кафедрой «Информационные радиосистемы» (ИРС)

протокол № 8 от " 13 " апреля 2022г.

Заведующий кафедрой ИРС

д.т.н, проф. _____


подпись

Рындык А.Г.

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана факультета подготовки специалистов высшей квалификации



личная подпись

Трубочкина Е.Л.

расшифровка подписи


«14» апреля 2022 г

дата

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения	4
2	Программа кандидатского экзамена по специальности	
	2.2.16 «Радиолокация и радионавигация»	4
3	Дополнительная программа	14
	Приложение. Пример оформления дополнительной программы	15

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине состоит из двух частей:

- 1) основной программы по специальности, разработанной в соответствии с паспортом научной специальности 2.2.16 «Радиолокация и радионавигация»;
- 2) дополнительной программы, разрабатываемой аспирантом (соискателем).

Экзаменационные билеты должны включать 2-3 вопроса из основной программы и 1-2 вопроса из дополнительной программы.

2 ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2.2.16 «РАДИОЛОКАЦИЯ И РАДИОНАВИГАЦИЯ»


Программа составлена в соответствии с паспортом специальности 2.2.16 «Радиолокация и радионавигация» при опоре на дисциплины, связанные с такими разделами радиоэлектроники, в которых изучаются вопросы радиотехнических цепей и сигналов, электродинамики и распространение радиоволн, схемотехники аналоговых электронных устройств, цифровых устройств и микропроцессоров, устройств СВЧ и антенн, электроники, устройств генерирования и формирования сигналов, устройств приема и преобразования сигналов, вычислительных устройств и систем, радиотехнических систем, статистической радиотехники.

2.1. Статистическая теория радиотехнических систем.

2.1.1. 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. 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. Им-

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

пульсные 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.

2.1.2. Одноканальное обнаружение сигналов.

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 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.

2.1.3. Многоканальное обнаружение сигналов (пространственная и пространственно-временная обработка).


Обнаружение пространственно-временных сигналов, многоканальная схема обработки. Условия разделения пространственно-временной обработки на отдельные пространственную и временную. Пространственный фильтр и коррелятор. Реализация пространственных фильтров и корреляторов с помощью ФАР.

2.1.4. Измерение параметров сигналов.

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. Многоканальный и следящий измерители. Оценивание энергетических и неэнергетических параметров сигнала на фоне «белого» шума. Функция рассогласования сигнала и ее связь с потенциальной точностью измерений.

Оценивание времени запаздывания, частоты и фазы различных моделей сигнала. Оценивание параметров стохастических сигналов.

Виды оценивания: фильтрация, интерполяция и экстраполяция. Байесовы правила оценивания. Марковская аппроксимация сигналов. Стохастическое уравнение оптимальной фильтрации (уравнение Стратоновича). Линейная фильтрация. Непре-

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

рывный и дискретный фильтр Калмана. Нелинейная фильтрация. Синтез алгоритмов методом гауссовского приближения. Оценочно-корреляционная обработка сигналов.

2.1.5. Обработка сигналов в условиях априорной неопределенности.

Параметрическая и непараметрическая априорная неопределенность. Методы синтеза алгоритмов обработки при параметрической априорной неопределенности. Адаптивные алгоритмы. Адаптивные многоканальные (в том числе двухканальные) компенсаторы помех с корреляционной обратной связью. Автокомпенсаторы коррелированных помех. Методы синтеза алгоритмов при непараметрической априорной неопределенности. Использование знаковых, порядковых и ранговых статистик для обнаружения сигналов. Робастное оценивание параметров сигнала. Оценки типа максимального правдоподобия (М-оценки). Робастное обнаружение. Адаптивно-робастное обнаружение.


Робастное оценивание времени запаздывания, частоты и фазы различных моделей сигнала.

2.1.6. Разрешение и распознавание сигналов и объектов.

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. Связь разрешающей способности с функцией рассогласования. Меры разрешающей способности. Разрешающая способность по времени запаздывания и по частоте.

2.1.7. Цифровая обработка сигналов и данных.

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.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

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

2.2. Радиотехнические системы.

2.2.1. 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).

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. Знаковые, ранговые, робастные и адаптивные обнаружители. Методы стабилизации уровня ложных тревог. Пороговая мощность радиолокационного сигнала.

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 неследающие измерители.

Фазовые, частотные и импульсные дальнометры. Радиодальнометры со сложными сигналами. Пределы однозначного измерения, разрешающая способность и точность радиодальнометров.

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

Амплитудные и фазовые одноканальные пеленгаторы. Амплитудные, фазовые и суммарно-разностные моноимпульсные пеленгаторы. Пределы однозначного измерения, разрешающая способность и точность пеленгаторов.

Измерители угловых скоростей.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

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.

РЛС с синтезированной апертурой (РСА). Выбор параметров РСА и структуры цифровой обработки. Радиоинтерферометры со сверхдлинной базой. Апертурный синтез. Радиовидение.

Пространственно-временная обработка сигналов. Автокомпенсаторы активных помех.

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

Многопозиционная радиолокация.

Обнаружение сигналов теплового радиоизлучения. Схемы радиометров. Методы и устройства измерения координат источников теплового радиоизлучения.

Подповерхностная радиолокация.

Нелинейная радиолокация.

2.2.2. 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. Элементы теории автоматического управления объектами. Контур следящего управления и его основные звенья.


Командное следящее радиоуправление, автономное радиоуправление, радиоуправление при наведении по лучу, управление космическими аппаратами. Особенности радиолиний управления объектами.

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

Корреляционно-экстремальные измерители скорости. Обзорно-сравнительные радионавигационные системы. Системы навигации по рельефу и карте местности.

Комплексирование навигационных систем с радиотехническими и нерадиотехническими датчиками. Интегрированные РНС.

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

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

Спутниковые радионавигационные системы (СРНС). Передача сведений об орбитах спутников потребителю для целей навигации. Особенности построения и функционирования СРНС. 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.

2.2.3. 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. Пропускная способность канала. Структура радиосигналов. Методы модуляции и кодирования. Защита информации. Критерии качества РСПИ. Цифровые РСПИ.

2.2.4. 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. Использование широкополосных (ШПС) и сверхширокополосных сигналов (СШПС). Маскировка с помощью пассивных помех.

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

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Защита РЭС от воздействия средств поражения.
Эффективность средств РЭБ.

2.2.5. 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.

Медицинские телевизионные устройства, устройства СВЧ, радиометрии, интроскопии, томографии, кардиографии и т.п.

2.2.6. 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). 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.


2.3. Радиотехнические устройства.

2.3.1. 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. 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 ха-

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

рактеристики. Влияние вида распределения электромагнитного поля в раскрыве антенны на основные параметры антенн.

Техническая реализация антенн в различных диапазонах радиоволн.

2.3.2. 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.

Управление колебаниями (модуляция) в РЛС и РНС. Основы теории линейной и нелинейной модуляции (манипуляции).


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

2.3.3. 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.

Рекомендуемая основная литература:

1. Радиолокация для всех / В.С. Верба, К.Ю. Гаврилов, А.Р. Ильчук, Б.Г. Татарский, А.А. Филатов; под ред. В.С. Вербы. – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2020.
2. Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов: Учеб.пособие – М.: Техносфера, 2012.
3. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учеб.пособие – СПб.: БХВ-Петербург, 2011.
4. Информационные технологии в радиотехнических системах: Учеб.пособие / В.А. Васин и др.; Под ред. И.Б. Федорова. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

5. Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радиолокационные системы: Лаб.практикум: Учеб.пособие / – М.: Радиотехника, 2010.
6. Горячкин О.В. Лекции по статистической теории систем радиотехники и связи: Учеб.пособие - М.: Радиотехника, 2008.
7. Радиоэлектронные системы локации и связи / Ю.И. Алексеев и др.; Под ред. В.А. Обуховца. – М.: Радиотехника, 2008.
8. Пассивная радиолокация. Методы обнаружения объектов / Р.П. Быстров и др.; Под ред.Р.П. Быстрова, А.В. Соколова. – М.: Радиотехника, 2008.
9. Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радионавигационные системы: Учебник – М.: Радиотехника, 2005.
10. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем: Учеб.пособие – 2-е изд. испр. – М.: Радио и связь; Горячая линия-Телеком, 2004.
11. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем: Учеб.пособие для вузов – М.: Радиотехника, 2003.
12. Гоноровский И.С., Демин М.П. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1994.
13. Ярлыков М.С., Миронов М.А. Марковская теория оценивания случайных процессов – М.: Радио и связь, 1993.
14. Григорьев А.Д. Электродинамика и техника СВЧ – М.: Высш. шк., 1990.
15. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов / Под ред. Д.И. Воскресенского – М: Издательство МАИ, 1999.
16. Коновалов Г.Ф. Радиоавтоматика: Учебник для вузов – М: «ИПРЖР» 2004.
17. Сосулин Ю.Г. Теоретические основы радиолокации и радионавигации: Учеб. пособие для вузов – М.: Радио и связь, 1992.
18. Сетевые спутниковые радионавигационные системы / Под ред. В.С Шабшаевича – М.: Радио и связь, 1993.
19. Черняк В.С. Многопозиционная радиолокация – М.: Радио и связь., 1993.
20. Основы радиоуправления: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.А. Вейцеля – М.: Радио и связь, 1995.
21. Демин В.П., Куприянов А.И., Цветнов В.В. Радиоэлектронная борьба: радиоразведка и радиопротиводействие – М.: Издательство МАИ, 1998.
22. Устройства генерирования и формирования радиосигналов / Под ред. Г.М. Уткина, М.В. Благовещенского, В.Н. Кулешова – М.: Радио и связь, 1994.
23. Радиотехнические системы передачи информации / Под ред. В.В. Калмыкова – М.: Радио и связь, 1990.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	


24. Бакулев П.А. Радиолокационные системы: Учебник для вузов – М.: Радиотехника, 2004.

Дополнительная литература:

1. Самойленко В.И., Пузырев В.А., Грубрин И.В. Техническая кибернетика: Учеб. пособие для вузов – М: Издательство МАИ, 1994.
2. Радиотехнические системы: Учебник для вузов / Под ред. Ю.М. Казаринова – М.: Высш. шк., 1990.
3. Фарина А., Студер Ф. Цифровая обработка радиолокационной информации. Сопровождение целей: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993.
4. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория: Справочник / Под ред. Я.Д. Ширмаана – М.: ЗАО «МАКВИС», 1998.
5. Демин В.П., Куприянов А.И., Цветнов В.В. Радиоэлектронная борьба: радио-маскировка и помехозащита – М.: Издательство МАИ, 1999.
6. Спутниковая связь и вещание / Под ред. Л.Я. Кантора. Справочное издание. – М.: Радио и связь, 1997.
7. Окунев Ю.Б. Цифровая передача информации фазоманипулированными сигналами – М.: Радио и связь, 1991.
8. Цифровые процессоры обработки сигналов: Справочник / Под ред. А.Г. Остапенко – М.: Радио и связь, 1994.
9. Кузьмин С.З. Цифровая радиолокация. Введение в теорию – Киев: Издательство ВЦ, 2000.
10. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем. Учебное пособие – М.: Радиотехника, 2003.
11. Перунов Ю.М., Фомичев К.И., Юдин Л.М. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием / Под ред. Ю.М. Перунова. – М: Радиотехника. 2003.


Примечание:

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.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

3 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Дополнительная программа, самостоятельно составляемая аспирантом (соискателем), включает в себя титульный лист, не менее 15 вопросов по теме диссертации и не менее 15 источников литературы. Дополнительная программа должна быть подписана научным руководителем и согласована с деканом факультета подготовки специалистов высшей квалификации. Пример оформления дополнительной программы приведен в Приложении.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

ПРИЛОЖЕНИЕ

Пример оформления дополнительной программы

Минобрнауки России
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА**

УТВЕРЖДАЮ


Декан ФСВК

_____ Р.Ш. Бедретдинов

« ___ » _____


**Дополнительная программа
к кандидатскому экзамену**
по специальности 2.2.16 – радиолокация и радионавигация

Нижний Новгород 2022


	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Дополнительная программа экзамена по специальности

1. Структурная схема бистатической просветной РЛС с непрерывным квазигармоническим сигналом.
2. Структура оптимальной пространственно-временной обработки сигналов в бистатической просветной РЛС.
3. Квазиоптимальная пространственно-временная обработка сигналов в бистатической просветной РЛС без учета изменения частоты Доплера на интервале измерения.
4. Принципы построения и оптимальная обработка сигналов в просветных РЛС с фазированными антенными решетками.
5. Алгоритм оптимального обнаружения сигнала с точно известным значением доплеровской частоты.
6. Пространственно-временная обработка сигналов в бистатической просветной РЛС на основе применения антенных решеток с формированием характеристик направленности после амплитудного детектирования сигналов в приемных каналах ненаправленных элементов.
7. Энергетические потери, связанные с применением амплитудных детекторов в приемных каналах антенной решетки.
8. Алгоритм устранения неоднозначности измерения угловой координаты при использовании амплитудного детектирования в каналах антенной решетки.
9. Потенциальная точность измерения координат целей в бистатических просветных радиолокационных системах.
10. Влияние высоты полета целей на точность определения координат в бистатических просветных РЛС.
11. Алгоритм определения координат движущихся целей на основе метода максимального правдоподобия в бистатической просветной радиолокационной системе.
12. Влияние априорной неопределенности на точность определения координат целей.
13. Методы оценивания корреляционной матрицы вектора первичных измерений.
14. Влияние изменения бистатической эффективной площади рассеяния целей в процессе движения на точность измерения первичных параметров.
15. Алгоритм траекторной обработки в бистатической просветной РЛС с учетом изменения точности первичных измерений.
16. Методы получения начального приближения для вектора траекторных параметров при итерационном алгоритме определения координат целей в бистатических просветных РЛС.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

17. Метод определения дальности до цели в бистатической просветной РЛС по измерениям направления на цель и доплеровской частоты отраженного сигнала.
18. Методы определения координат целей в многопозиционной РЛС космического базирования.
19. Повышение точности определения координат целей триангуляционным методом в многопозиционной РЛС космического базирования.
20. Итерационный алгоритм траекторной обработки с адаптивным поворотом системы координат в бистатической просветной РЛС космического базирования.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Список литературы

1. Леонов А.И., Фомичев К.И. Моноимпульсная радиолокация – М.: Советское радио, 1970.
2. Коростелев А.А. Пространственно-временная теория радиосистем – М.: Радио и связь, 1987.
3. Марпл-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990.
4. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника – М.: Радио и связь, 1982.
5. Сейдж Э., Мелс Дж. Теория оценивания и ее применение в связи и управлении: Пер. с англ. под ред. проф. Б.Р. Левина. М.: Связь, 1976.
6. Черняк В.С. Многопозиционная радиолокация – М.: Радио и связь, 1993.
7. Ширман Я.Д., Манжос В.Н. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех – М.: Радио и связь, 1981.
8. Willis N. J. Bistatic radar. – Technology Service Corporation, 1995.
9. Glaser J.I. Bistatic radar hold promise for future systems // Microwave Systems News. – 1984. – Vol. 16 № 11. – P.119-136.
10. Blyakhman A.B., Ryndyk A.G., Sidorov S.B. Forward Scattering Radar Moving Objects Coordinates Measurement. The record of the IEEE 2000 International Radar Conference. Alexandria, USA, May 7-12, 2000.
11. Свистов В.М. Радиолокационные сигналы и их обработка – М.: Советское радио, 1977.
12. Морская радиолокация / В.И. Винокуров, В.А. Генкин, С.П. Калениченко и др.; Под ред. В.И.Винокурова. – Л.: Судостроение, 1986.
13. Бакулев П.А., Стёпин В.М. Методы и устройства селекции движущихся целей – М.: Радио и связь, 1986.
14. Ширман Я.Д. Разрешение и сжатие сигналов – М.: Советское радио, 1974.
15. Пространственно-временная обработка сигналов / И.Я. Кремер, А.И. Кремер, В.М. Петров и др.; Под ред. И.Я.Кремера. – М.: Радио и связь, 1984.

Научный руководитель
д.т.н., профессор

А.Г. Рындык