

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

ПОСЛЕВУЗОВСКОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
(АСПИРАНТУРА)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

_____ Шелупанов А.А.

« ___ » _____ 2012 г.

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена

по специальности **05.12.14 - Радиолокация и радионавигация**

КЭ А.03; цикл «Кандидатские экзамены» основной образовательной программы подготовки аспиранта по отрасли 05.00.00 – технические науки,
Специальность 05.12.14 - Радиолокация и радионавигация

Томск 2012 г.

Программа составлена на основании паспорта научной специальности 05.12.14 - Радиолокация и радионавигация, в соответствии с Программой-минимум кандидатского экзамена по специальности 05.12.14 - Радиолокация и радионавигация, утвержденной приказом Министерства образования РФ № 697 от 17.02.2004 г. и основной образовательной программой аспирантской подготовки.

Составитель программы: Шарыгин Г.С., зав. кафедрой РТС

ПРОГРАММА РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА на заседании обеспечивающей кафедры «Радиотехнические системы» протокол № 6 от 31 августа 2012 г.

Программа утверждена на заседании совета радиотехнического факультета, протокол № _____ от « ____ » _____ 2012 г.

СОГЛАСОВАНО:

Зав. ОППО

И.А. Ярымова

Декан радиотехнического факультета

А.Я. Демидов

Зав. обеспечивающей кафедрой РТС

Г.С. Шарыгин

Разработчик

Г.С. Шарыгин

Общие положения

Программа кандидатского экзамена по специальности **05.12.14 - Радиолокация и радионавигация** предназначена для аспирантов (соискателей степени кандидата наук) в качестве руководящего учебно-методического документа для целенаправленной подготовки к сдаче кандидатского экзамена.

Цель экзамена - установить глубину профессиональных знаний соискателя ученой степени, уровень подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе. Сдача кандидатского экзамена по специальности обязательна для присуждения ученой степени кандидата наук.

Кандидатский экзамен по специальности «Радиолокация и радионавигация» сдается в сроки, определенные учебным планом специальности.

Для проведения экзамена приказом ректора (проректора по науке) создается экзаменационная комиссия, которая формируется из высококвалифицированных научно-педагогических и научных кадров, включая научных руководителей аспирантов. Комиссия правомочна принимать кандидатский экзамен, если в ее заседании участвуют не менее двух специалистов по профилю принимаемого экзамена, в том числе один доктор наук. При приеме экзамена могут присутствовать члены соответствующего диссертационного совета организации, где принимается экзамен, ректор, проректор, декан, представители министерства или ведомства, которому подчинена организация.

Во время проведения экзамена соискателю ученой степени задаются вопросы по основной и дополнительной программам.

Кандидатский экзамен проводится по усмотрению экзаменационной комиссии по билетам или без билетов. Для подготовки ответа аспирант (соискатель ученой степени) использует экзаменационные листы, которые сохраняются после приема экзамена в течение года по месту сдачи экзамена.

На каждого соискателя ученой степени заполняется протокол приема кандидатского экзамена, в который вносятся вопросы билетов и вопросы, заданные соискателю членами комиссии.

Уровень знаний соискателя ученой степени оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Протокол приема кандидатского экзамена подписывается членами комиссии с указанием их ученой степени, ученого звания, занимаемой должности и специальности согласно номенклатуре специальностей научных работников.

Протоколы заседаний экзаменационных комиссий после утверждения ректором (проректором по научной работе) ТУСУРа хранятся в отделе аспирантуры и докторантуры. О сдаче кандидатского экзамена выдается удостоверение установленной формы.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

I ЧАСТЬ. ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена по специальности 05.12.14 - Радиолокация и радионавигация

Введение

Настоящая программа базируется на вузовских дисциплинах, соответствующих государственному образовательному стандарту по направлению «Радиотехника»: 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 Московским авиационным институтом (государственным техническим университетом), согласована с Московским государственным техническим университетом им. Н.Э. Баумана, Московским энергетическим институтом (техническим университетом), Институтом радиоэлектроники РАН, УМО «ЛЭТИ» по направлению «Радиотехника» и одобрена экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по электронике, измерительной технике, радиотехнике и связи.

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. 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.

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.

Обнаружение сигналов в негауссовых помехах.

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.

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. Байесовские 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. Оценочно-корреляционная обработка сигналов.

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.

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.

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.

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).

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 неследящие измерители.

Фазовые, частотные и импульсные дальномеры. Радиодальномеры со сложными сигналами. Пределы однозначного измерения, разрешающая способность и точность радиодальномеров.

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.

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. 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.

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.

2.3. 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.

2.4. 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.

Защита РЭС от воздействия средств поражения.

Эффективность средств РЭБ.

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.

2.6. Проектирование и конструирование радиоэлектронных средств

Зависимость технических требований к РЭС от их назначения и условий эксплуатации. Технологичность конструкции. Методы стандартизации в конструировании. Компонировка и комплексная микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Интегральная микросхемотехника, большие (БИС) и сверхбольшие (СБИС) интегральные схемы.

Печатный монтаж. Ремонтопригодность РЭА. Способы защиты РЭА от воздействия окружающей среды, динамических перегрузок и электромагнитного излучения. Тепловой режим РЭА. Надежность РЭА.

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. 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 в различных диапазонах радиоволн.

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.

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.

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.

II ЧАСТЬ. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по специальности **05.12.14 - Радиолокация и радионавигация**

Для каждого диссертанта предлагается своя программа-максимум кандидатского экзамена по специальности 05.12.14 - Радиолокация и радионавигация в соответствии с его темой кандидатской диссертации, которая является дополнением к программ-минимум кандидатского экзамена по специальности 05.12.14 - Радиолокация и радионавигация, утвержденной коллегией ВАК РФ.

Индивидуальная дополнительная программа разрабатывается научным руководителем соискателя и кафедрой (лабораторией, центром, институтом) в соответствии с темой диссертационного исследования соискателя и должна быть представлена в отдел аспирантуры не менее, чем за 2 недели до даты сдачи кандидатского экзамена.

В дополнительной программе должны быть отражены последние научные достижения в области науки, в рамках которой проведено диссертационное исследование, использована новейшая научная отечественная и зарубежная литература, интернет-издания, а также справочно-информационные издания соответствующей тематики. Дополнительная программа должна соответствовать требованиям, предъявляемым к дополнительным программам в ТУСУРе.

Дополнительная программа обсуждается на заседании кафедры (лаборатории, центра, института) ТУСУРа, на которой разработана программа и выносится для утверждения на заседание Совета факультета.

Для соискателей ученой степени, не являющихся сотрудниками или аспирантами ТУСУРа, дополнительная программа обсуждается на заседании кафедры (лаборатории, центра, института) ТУСУРа, на которой ведется подготовка аспирантов по

соответствующей научной специальности, и выносятся для утверждения на заседание Совета факультета.

Дополнительная программа утверждается Советом факультета не менее, чем за 1 месяц до даты проведения кандидатского экзамена.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

3.1. Основная литература

1. Бакулев П.А. Радиолокационные системы: Учебник для вузов. «Радиотехника», 2004. – 319 с. (21 экз.)
2. Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радиолокационные и радионавигационные системы. М.: Радио и связь, 1994. (1 экз.)
3. Гоноровский И.С., Демин М.П. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1994. (20 экз.)
4. Григорьев А.Д. Электродинамика и техника СВЧ. М.: Высш. шк., 1990. (55 экз.)
5. Денисов В.П., Дудко Б.П. Радиотехнические системы. Учебное пособие для вузов. – Томск: Изд-во ТУСУРа, 2006. – 252 с. (51 экз.)
6. Денисов В.П., Дудко Б.П. Радиотехнические системы. Учебное пособие для вузов. – Томск: Изд-во ТУСУРа, 2006. – 252 с. (51 экз.)
7. Коновалов Г.Ф. Радиоавтоматика: Учебник для вузов. М: «ИПРЖР», 2004. (6 экз.)
8. Коновалов Г.Ф. Радиоавтоматика: Учебник для вузов. М: Высшая школа, 1990. – 334 с. (74 экз.)
9. Основы радиоуправления: Учеб. пособие для вузов./ Под ред. В.А. Вейцеля. М.: Радио и связь, 1973. (11 экз.)
10. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебное пособие. М.: Радиотехника, 2003. (21 экз.)
11. Радиотехнические системы передачи информации./ Под ред. В.В. Калмыкова. М.: Радио и связь, 1990. (34 экз.)
12. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов. - М: Высшая школа, 1988. – 430 с. (24 экз.)
13. Сетевые спутниковые радионавигационные системы. /Под ред. В.С. Шебшаевича. М.: Радио и связь, 1982. (2 экз.)
14. Сосулин Ю.Г. Теоретические основы радиолокации и радионавигации: Учеб. пособие для вузов. М.: Радио и связь, 1992. (51 экз.)
15. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.: Радио и связь, 1991. (8 экз.)
16. Устройства генерирования и формирования радиосигналов./ Под ред. Г.М. Уткина, М.В. Благовещенского, В.Н. Кулешова. М.: Радио и связь, 1994. (15 экз.)
17. Черняк В.С. Многопозиционная радиолокация. М.: Радио и связь, 1993. (5 экз.)

3.2. Дополнительная литература

1. Самойленко В.И., Пузырев В.А., Грубрин И.В. Техническая кибернетика: Учеб. пособие для вузов. М: Изд-во МАИ, 1994. (1 экз.)
2. Радиотехнические системы: Учебник для вузов./ Под ред. Ю.М. Казаринова. М.: Высш. шк., 1990. (83 экз.)
3. Фарина А., Студер Ф. Цифровая обработка радиолокационной информации. Сопровождение целей: Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1993. (1 экз.)
4. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория: Справочник./ Под ред. Я.Д. Ширмана. М.: Радиотехника, 2007. – 510 с. (20 экз.)
5. Спутниковая связь и вещание./ Под ред. Л.Я. Кантора. Справочное издание. М.: Радио и связь, 1997. (2 экз.)

6. Окунев Ю.Б. Цифровая передача информации фазоманипулированными сигналами. М.: Радио и связь, 1991. (3 экз.)
7. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебное пособие. М.: Радиотехника, 2003. (21 экз.)
8. Теоретические основы радиолокации. Под ред. В.Е. Дулевича. – М: Сов. Радио, 1978. – 608 с. (51 экз.)

3.3. Периодические издания

Известия вузов. Радиоэлектроника. (1958-2012 гг.)
Радиотехника. (1946-2012 гг.)
Радиотехника и электроника. (1956-2012 гг.)
Proceedings of the IEEE.
IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing.

3.4. Перечень интернет-ресурсов

1. Космические радиотехнические системы: Учебное пособие / Дудко Б. П. [Электронный ресурс] – 2012. 291 с. Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/1728>
2. Радиотехнические системы: Учебное пособие / Денисов В. П., Дудко Б. П. [Электронный ресурс] – 2012. 334 с. Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/1664>