

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 **05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии**

КЭ А.03; цикл «Кандидатские экзамены» основной образовательной программы подготовки аспиранта по отрасли 05.00.00 – технические науки,
Специальность 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии

Присуждаемая ученая степень: кандидат наук

Форма обучения: очная/заочная

Руководитель ООП: Гошин Г.Г., д.т.н., профессор

Томск 2012 г.

Программа кандидатских экзаменов составлена на основании:

Федеральных государственных требований к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура), утвержденных приказом Минобрнауки России от 16.03.2011 № 1365;

Паспорта научной специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии;

Программы – минимум кандидатского экзамена по научной 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

В соответствии с учебными планами очной/заочной формы обучения, утвержденными решением Ученого совета университета «27» июня 2012, протокол № 6.

Составители программы: Г.Г. Гошин, д.т.н., профессор.

ПРОГРАММА РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА на заседании обеспечивающей кафедры СВЧиКР протокол № ____ от _____ 2012 г.

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

СОГЛАСОВАНО:

Зав. ОППО

И.А. Ярымова

Декан РФФ

Демидов А.Я.

Зав. обеспечивающей кафедры СВЧиКР

Шарангович С.Н.

Разработчик

Гошин Г.Г.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации КЭ.А.03 относится к циклу КЭ.А.00 – кандидатские экзамены и входит в состав исследовательской составляющей учебного плана подготовки аспирантов.

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации КЭ.А.03 является формой отчетности по специальной дисциплине ОДА.03 «Антенны, СВЧ устройства и их технологии» и научной специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии и дисциплинам ОДА.04 по выбору аспиранта «Методы и средства измерений на СВЧ», «Технология арсенид-галлиевой гетероструктурной электроники».

Предметом кандидатского экзамена по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации являются знания, умения и владения научной специальностью 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии в соответствии с формулой специальности:

Антенны, СВЧ-устройства и их технология – область науки и техники, занимающаяся излучением и приемом электромагнитных волн, их распространением по трассам, линиям передачи, СВЧ-устройствам и средам управлением полями с помощью различных физических явлений, эффектов и устройств, включая исследования, разработку и создание антенн, СВЧ-устройств, материалов и компонентов, технологий их изготовления, электромагнитную совместимость, спецоборудование и метрологическое обеспечение, отличающаяся тем, что содержит новые научные и технические решения по разработке антенн, СВЧ-устройств и их технологий для радионавигации, радиолокации, телевидения, радиоастрономии, радиоуправления, радиоэлектронной борьбы, телекоммуникаций и для другой спецтехники во всех диапазонах радиочастот.

Специальность включает вопросы исследования, разработки, создания и производства новых антенн, устройств СВЧ и их технологии, радиоматериалов, элементной базы, решения задач электромагнитной совместимости, метрологического обеспечения, новых методов проектирования и новых технологических процессов.

А также областями исследований:

1. Решение внешних и внутренних дифракционных задач электродинамики для анализа и синтеза высокоэффективных антенн и СВЧ-устройств, определения их предельно-достижимых характеристик, возможных путей построения и т. д.

2. Исследование характеристик антенн и СВЧ устройств для их оптимизации и модернизации, что позволяет осваивать новые частотные диапазоны, обеспечивать электромагнитную совместимость, создавать высокоэффективную технологию и т. д.

3. Исследование и разработка новых антенных систем, активных и пассивных устройств СВЧ, в том числе управляющих, фазирующих, экранирующих и других, с существенно улучшенными параметрами.

4. Исследование и разработка интегрированных схем СВЧ новых поколений.

5. Изыскание рациональных путей построения антенн или антенных систем для новых областей использования радиоизлучения (технологий производства, биологии, медицины и т.д.).

6. Разработка и исследование новых технологий производства, настройки и эксплуатации антенных систем.

7. Исследование и разработка метрологического обеспечения проектирования, производства и эксплуатации антенных систем и СВЧ-устройств.

8. Исследование и разработка адаптивных и малошумящих антенных систем, больших антенн с высоким усилением, активных ФАР со сверхбольшими мощностями излучения, радиооптических антенных систем и антенн с уникальными характеристиками.

9. Разработка методов проектирования и оптимизации антенных систем и СВЧ устройств широкого применения.

10. Исследования распространения радиоволн на различных трассах в природных и искусственных средах и влияние условий распространения и вида подстилающей поверхности на характеристики антенн.

Программа кандидатского экзамена по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии 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 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии 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

05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии по техническим наукам

Введение

Настоящая программа базируется на кратком паспорте специальности 05.12.07 и на вузовских дисциплинах, соответствующих государственному образовательному стандарту по направлению «Радиотехника»: электродинамика и распространение радиоволн; устройства СВЧ и антенны; радиотехнические цепи и сигналы; устройства генерирования и формирования сигналов; устройства приема и преобразования сигналов; электроника; схемотехника аналоговых электронных устройств; вычислительные устройства и системы; радиотехнические системы.

Программа разработана Московским авиационным институтом (государственным техническим университетом), согласована с Московским государственным университетом им. Н.Э. Баумана, Московским энергетическим институтом (техническим университетом), Институтом радиоэлектроники РАН, УМС по направлению 6542000 «Радиотехника» и одобрена экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по электронике, измерительной технике, радиотехнике и связи.

1. Общая теория антенн и СВЧ-устройств

Уравнения Максвелла для нестационарных и монохроматических полей. Материальные уравнения и типы сред. Векторные и скалярные потенциалы электромагнитного поля. Волновые уравнения и уравнения Гельмгольца. Граничные условия. Энергия электромагнитного поля. Теорема Умова–Пойнтинга.

Постановка задач электродинамики, методы их решения. Внутренние и внешние задачи электродинамики. Теорема единственности.

Свободные электромагнитные волны как решения однородных уравнений электродинамики в разных системах координат. Плоские однородные волны в изотропных средах с потерями и без потерь и в гиротропных средах (плазма и феррит при наличии подмагничивания). Вращение плоскости поляризации, резонансное поглощение. Немонохроматические волны в диспергирующих средах. Волны в активных средах; представление о волновых процессах в нелинейных средах. Падение плоской однородной волны на плоскую границу раздела однородных изотропных сред. Двойное преломление на границе раздела с гиротропной средой.

Локально-плоские волны и геометрическая оптика. Влияние неоднородности среды на распространение радиоволн. Уравнения эйконала и переноса. Уравнение луча. Сопровождающий трехгранник Френеля на луче. Изменение поляризации вдоль луча. Возникновение каустик. Рефракция в неоднородных средах.

Распространение радиоволн в природных условиях. Влияние земной поверхности, тропосферы, ионосферы, космического пространства на распространение радиоволн. Распространение радиоволн в урбанизированных зонах.

Излучение электромагнитных волн. Элементарные излучатели. Ближняя и дальняя зоны. Теорема эквивалентности, эквивалентные поверхностные источники.

Электромагнитное поле заданного распределения возбуждающих токов в свободном пространстве. Принципы взаимозаменяемости полей, электрических и магнитных токов, принцип двойственности. Принцип электродинамического подобия. Сведение задачи об излучении антенн к интегральным и интегро-дифференциальным уравнениям.

Явления и задачи дифракции. Строгая постановка дифракционных задач. Дифракция на цилиндре, шаре и клине. Интегральные уравнения в задачах дифракции и возбуждения тел сложной формы. Асимптотические методы в квазиоптической области: приближение Гюйгенса-Кирхгофа и геометрическая теория дифракции.

Численные методы электродинамики. Постановка задачи, представление полей, алгоритмизация задач возбуждения, излучения и дифракции электромагнитных полей и волн.

Проекционные методы. Процесс Бубнова–Галёркина. Проекционное наложение граничных условий. Сведение задачи к рассмотрению граничных условий.

Дискретизационные методы. Декомпозиционный принцип. Математическое моделирование сложных структур.

2. Теория и техника СВЧ-устройств

Уравнения электродинамики для направляемых волн. Теория и классификация свободных волн в продольно-регулярных направляющих системах.

Типы направляющих систем. Полые и коаксиальные волноводы. Диэлектрические волноводы и линии поверхностных волн. Полые волноводы с частичным диэлектрическим и гиротропным заполнением. Полосковые и микрополосковые линии, щелевые и копланарные волноводы. Оптические волноводы, световоды. Замедляющие структуры. Искусственные диэлектрики. Квазиоптические направляющие системы.

Технические характеристики и особенности конструирования фидеров различных диапазонов. Конструктивно-технологические особенности микрополосковых линий.

Теория электромагнитных резонаторов. Полые резонаторы. Диэлектрические и ферритовые резонаторы. Резонаторы на основе планарных структур. Открытые квазиоптические резонаторы.

Технические характеристики и особенности конструирования резонаторов различных типов.

Теория сложных волноводных устройств. Многомодовые матрицы рассеяния, проводимости и сопротивления. Основные свойства одномодовых матриц.

Эквивалентные схемы волноводных устройств. Элементы теории цепей СВЧ. Круговые диаграммы полных сопротивлений и проводимостей.

Применение общей теории сложных волноводных устройств и теории цепей СВЧ при использовании различных направляющих систем.

Фидерные устройства и их элементы. Методы согласования. Узкополосное и широкополосное согласование. Ограничения на полосу согласования. Согласующие элементы для линий разных типов.

Элементы возбуждения волноводов и резонаторов. Соединения линий передачи, переходные элементы, вращающиеся сочленения. Разветвления, мостовые соединения. Направленные ответвители.

Устройства регулирования амплитудных, фазовых и поляризационных характеристик. Атенюаторы, фазовращатели, поляризаторы.

Устройства с применением ферритов. Волноводные, коаксиальные, полосковые и микрополосковые фазовращатели, вентили, циркуляторы и ограничители.

Коммутационные устройства, применение ферритов и полупроводниковых элементов. Антенные переключатели.

Частотные фильтры, элементы теории и классификация. Реализация фильтров в виде волноводных, коаксиальных, полосковых и микрополосковых конструкций. Перестраиваемые фильтры.

Принципы построения и методы проектирования приёмо – передающих устройств СВЧ. Особенности активных СВЧ-устройств на основе полупроводниковых и миниатюрных вакуумных приборов (генераторы, умножители частоты, малозумящие усилители). Применение биполярных и полевых транзисторов, лавинно-пролетных диодов, туннельных диодов и диодов Ганна.

Особенности мощных СВЧ-устройств (клистронные усилители, магнетронные генераторы и генераторы на ЛБВ и ЛОВ).

Пассивные нелинейные СВЧ устройства на полупроводниковых приборах. Транзисторные и диодные преобразователи частоты.

Теория и техника передачи сигналов по волоконно-оптическим линиям связи.

Применение СВЧ-устройств и систем в технологии производства, биологии и медицине.

Численный электродинамический расчёт основных типов СВЧ-устройств.

3. Теория и техника антенных устройств и систем

Теория антенн. Приёмная и передающая антенны, их основные параметры и технические характеристики. Соотношение режимов приёма и передачи, теорема взаимности. Эффективная поверхность антенны. Обратное излучение приемной антенны. Приближение заданных токов и применение сведений об элементарных излучателях в теории антенн. Учет влияния земной поверхности и экранов.

Система однотипных излучателей. Теорема перемножения диаграмм. Эквивалентные решётки. Непрерывные распределения. Влияние амплитудно-фазового распределения поля и конфигурации апертуры на основные характеристики антенн. Статистические характеристики антенн.

Многоэлементные антенны (решётки). Взаимодействие элементов, метод наводимых э.д.с. в приближении заданных токов.

Фазированные антенные решетки (ФАР). Частотное, фазовое и фазочастотное сканирование. Дискретный и дискретно-коммутационный методы. Приближение бесконечной решетки, теорема Флоке. Многолучевые антенные решетки.

Вопросы синтеза антенн. Сверхнаправленность. Типы антенн и их реализация в различных диапазонах волн.

Антенны длинных, средних и коротких волн. Вибраторные антенны для диапазонов КВ и УКВ. Антенны бегущей волны дискретного и непрерывного типов.

Спиральные, диэлектрические и ребристо-стержневые антенны. Частотно-независимые антенны. Рупорные, зеркальные, линзовые, щелевые и другие антенны СВЧ.

Антенные решётки с электронным сканированием. Системы управления ФАР, применение ферритов и полупроводниковых элементов. Активные решётки (АФАР). Приемно-передающие модули. Самофокусирующиеся антенные системы. Малошумящие антенные системы. Антенны с моделируемыми параметрами. Адаптивные антенны. Антенны для широкополосных сигналов. Антенные системы с регулируемой поляризационными характеристиками. Моноимпульсные антенные системы.

Диаграммообразование ФАР с помощью оптических методов. Волоконно-оптические и гибридные диаграммообразующие схемы (ДОС) ФАР. Радиооптические антенны.

Учёт особенностей распространения радиоволн и расположения антенны. Вопросы надёжности антенно-фидерных устройств.

Измерение параметров антенно-фидерных устройств.

Применение антенных устройств и систем в технологии производства, биологии и медицине.

Численный электродинамический расчёта основных типов антенных устройств и систем.

4. Проектирование и оптимизация антенн и СВЧ-устройств, а также технология их производства

Современные компьютерные технологии проектирования, расчёта и оптимизации антенных и СВЧ – устройств широкого применения. Модели базовых элементов разных уровней. Составление модели сложного объекта.

Технология изготовления антенн и СВЧ-устройств.

Методы технологии конструирования антенных и СВЧ-устройств.

Методы технологии конструирования интегральных схем СВЧ.

II ЧАСТЬ. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
кандидатского экзамена по специальности
05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии
по техническим наукам

Для каждого диссертанта предлагается своя программа-максимум кандидатского экзамена по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии в соответствии с его темой кандидатской диссертации и является дополнением к программе-минимум кандидатского экзамена по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Индивидуальная Дополнительная программа разрабатывается научным руководителем соискателя и кафедрой (лабораторией, центром, институтом) на основании 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 выносится для утверждения на заседание Совета факультета.

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

Ниже приведена одна из таких программ, соответствующая научной теме кафедры.

1. Фундаментальные ограничения на функционирование радиосистем

Фундаментальные ограничения в области антенн: электрически малые антенны, сверхнаправленность, сверхразрешение, антенны с высоким усилением.

Фундаментальные ограничения в области электромагнитной совместимости: шумы естественного и искусственного происхождения; допустимые уровни помех и отношения сигнал/шум; вторичные ограничения; ограничения, обусловленные взаимодействием.

Фундаментальные ограничения в области распространения радиоволн: влияние среды распространения и наличия помех на надежность функционирование радиосистем.

2. Способы расширения частотного диапазона антенн

Способы расширения частотного диапазона вибраторных антенн.

Линейные антенны с реактивными включениями.

Широкополосные петлевые антенны.

Многодиапазонные антенны.

Сверхширокополосные антенны на основе частотно-независимых структур.

Сверхширокополосные антенны на основе логопериодических структур.

Антенны с минимизацией реактивной энергии в ближней зоне.

3. Миниатюризация антенных устройств

Направленные антенны с укороченными элементами.

Малогобаритные петлевые антенны.

Активные антенны.

4. Некоторые типы антенн ОВЧ и ВЧ диапазонов: принципы действия, основные конструкции

V-образные антенны.

Рамочные антенны, включая вложенные конструкции.

Антенны и решетки продольного излучения.

Антенны для систем кабельного телевидения.

Антенны систем коллективного приема телевидения.

Наружные антенны для индивидуального приема телевидения и радиовещания.

5. Вспомогательные устройства: согласующие, симметрирующие, трансформирующие, антенные усилители

Способы расширения полосы пропускания.

Минимизация массогабаритных параметров.

Устройства в микрополосковом исполнении.

6. Типовые элементы и узлы трактов СВЧ

Переходы между однотипными линиями с различными геометрическими размерами поперечного сечения (волноводные, коаксиальные, полосковые).

Переходы с одного типа линии на другой (коаксиально-волноводные, коаксиально-полосковые).

Соединения, изгибы и повороты в линиях.

Коаксиальные соединители.

Нагрузки поглощающие объёмные и резистивные плёночные.

Аттенюаторы фиксированные.

Сверхширокополосные устройства распределения мощности на основе нерегулярных линий (делители и направленные ответвители).

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

3.1. Основная литература по части I

1. Пименов Ю.В., Вольман В.И., Муравцов А.Д. Техническая электродинамика / Под ред. Ю.В. Пименова. М.: Радио и связь, 2000.
2. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Радио и связь, 2000.
3. Баскаков С.И. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Высш. шк., 1992.
4. Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Наука, 1989.
5. Григорьев А.Д. Электродинамика и техника СВЧ. М.: Высш. шк., 1990.
6. Черенкова Е.Л., Чернышов О.В. Распространение радиоволн. М.: Радио и связь, 1988.
7. Яковлев О.И. Космическая радиофизика. М.: РФФИ, 1998.
8. Антенны и устройства СВЧ. Проектирование фазированных антенных решёток / Под ред. Д.И. Воскресенского. М.: Радио и связь, 1994.
9. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов / Под ред. Д.И. Воскресенского. М.: МАИ, 1999.
10. Гоноровский И.С., Демин М.П. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Радио и связь, 1994.
11. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высш. шк., 2000.
12. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.: Радио и связь, 1991.
13. Крылов К.И., Прокопенко В.Т., Тарлыков В.А. Основы лазерной техники. Л.: Машиностроение, 1990.

14. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. М.: Радио и связь, 1991.

15. Кугушев А.М., Голубева Н.С., Митрохин В.И. Основы электроники. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001.

3.2. Основная литература по части II

1. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток [Текст]: учебное пособие для вузов/ Д. И. Воскресенский [и др.]; ред. Д. И. Воскресенский. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Радиотехника, 2012. - 744 с.: ил. - ISBN 978-5-88070-311-1: 1292.50 р. (10 экз.)

2. Техническая электродинамика: учебное пособие для вузов/ Е. И. Нефёдов. – М.: Академия, 2008. – 416 с. (13 экз.)

3. Устройства СВЧ и антенны: учебное пособие для вузов / Е. И. Нефёдов. – М.: Академия, 2009. – 384 с. (3 экз.)

3.3. Дополнительная литература

1. Радиоизмерительная аппаратура СВЧ и КВЧ. Узловая и элементная базы/ Под ред.: А. М. Кудрявцева. – М.: Радиотехника, 2006. – 205 с. (20 экз.)

2. Разевиг В.Д., Потапов Ю.В., Курушин А.А. Проектирование СВЧ устройств с помощью Microwave Office / Под ред. В. Д. Разевига. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 496 с. (14 экз.)

3. Гончаренко И.В. Компьютерное моделирование антенн: Всё о программе MMANA – М.: РадиоСофт, 2002. – 80 с. (10 экз.)

3.4. Периодические издания

1. Беляев Б.А., Сержантов А.М., Тюрнев В.В., Лексиков А.А., Лексиков Ан.А. Миниатюрный коаксиальный резонатор и полосно-пропускающий фильтр на его основе со сверхширокой полосой заграждения. Письма в ЖТФ, 2012, том 38, вып.1, с. 95-102.

2. Беляев Б.А., Сержантов А.М., Тюрнев В.В. Микрополосковый диплексер на двухмодовых резонаторах. Письма в ЖТФ, 2012, том 38, вып.16, с. 25-33.

3. Беляев Б.А., Сержантов А.М., Тюрнев В.В. Миниатюрный фильтр с двумя полосами пропускания на микрополосковых двухмодовых резонаторах. Письма в ЖТФ, 2012, том 38, вып.18, с. 31-40.

4. Шишлов А.В. Зеркальные антенны с контурными диаграммами направленности: эффективность и предельные возможности. Радиотехника, 2006, №4, с. 45-50.

5. Шишлов А.В. Теория и проектирование зеркальных антенн для радиосистем с контурными зонами обслуживания. Радиотехника, 2007, №4, с. 39-49.

6. Скобелев С.П. Реализуемость и другие особенности идеальной контурной диаграммы направленности элемента в плоских фазированных антенных решётках. Радиотехника, 2009, №4, с. 71-76.

7. Крупенин С.В., Колесов В.В., Потапов А.А., Матвеев Е.Н. Многодиапазонные широкополосные антенны на основе фрактальных структур различных типов. Радиотехника, 2009, №3, с. 70-83.

3.5. Перечень интернет ресурсов

1. Связанные полосковые линии и устройства на их основе. Часть 1[Электронный ресурс]: Учебное пособие / Малютин Н. Д., Сычев А. Н., Семенов Э. В., Лоцилов А. Г. – 2012. 176 с. – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/1962>.

2. Связанные полосковые линии и устройства на их основе. Часть 2[Электронный ресурс]: Учебное пособие / Малютин Н. Д., Сычев А. Н., Семенов Э. В., Лоцилов А. Г. – 2012. 244 с. – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/1964>.

3. Измерение параметров ВЧ и СВЧ устройств с помощью векторных анализаторов цепей P4-II-01 и Обзор-103[Электронный ресурс]: Методические указания / Малютин

- Н. Д., Семенов Э. В., Лошилов А. Г. – 2012. 71 с. – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/1959>.
4. Антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Гошин Г. Г. – Томск: ТУСУР, 2012. – 145 с. – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/2794>.
 5. Антенны и фидеры. Сборник задач с формулами и решениями [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Гошин Г. Г. – Томск: ТУСУР, 2012. – 237 с. – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/2795>.
 6. Банков С.Е., Курушин А.А. Электродинамика и техника СВЧ для пользователей САПР. [Электронный ресурс]: – Москва, 2008. – 276с. - Режим доступа: <http://www.rodnik.ru/product/sapr/literature/svch/>.
 7. Банков С.Е., Курушин А.А. Расчет излучаемых структур с помощью FEKO [Электронный ресурс]: – М.: ЗАО «НПП «РОДНИК» . – 2008. – 246 с. – Режим доступа: <http://www.rodnik.ru/product/sapr/literature/svch/>.
 8. Банков С.Е., Курушин А.А. Расчет антенн и СВЧ структур с помощью HFSS Ansoft [Электронный ресурс]: – М.: ЗАО «НПП «РОДНИК» . – 2009. – 256 с. – Режим доступа: <http://www.rodnik.ru/product/sapr/literature/svch/>.
 9. CST Microwave Studio [Электронный ресурс]: Workflow and Solver Overview. CST Studio Suite. -91с. – Режим доступа: www.cst.com.
 10. Курушин А.А., Пластиков А.Н. Проектирование СВЧ устройств в среде CST Microwave Studio [Электронный ресурс]: – М.: Издательство МЭИ. – 2010. – 160 с. – Режим доступа: <http://www.rodnik.ru/product/sapr/literature/svch/>.
 11. Скалярный анализатор параметров цепей P2M [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В – Томск: ТУСУР, 2012. – 36 с. – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/704>.
 12. Измерения диаграмм направленности и входного сопротивления антенн [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г. и др. – Томск: ТУСУР, 2011. – 18 с. Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/125>.
 13. Измерение ϵ и $\text{tg}\delta$ диэлектрических материалов резонаторным методом [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Фатеев А. В. - Томск: ТУСУР, 2012. - 14 с. – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/633>.
 14. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов специальности 210302 «Радиотехника» / Гошин Г. Г. – Томск: ТУСУР, 2010. – 42 с. Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications>.