

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Институт радиоэлектроники и информационных технологий-РТФ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке
В.В. Кружаев

«__» _____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
АНТЕННЫ, СВЧ-УСТРОЙСТВА И ИХ ТЕХНОЛОГИИ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Образовательная программа: <i>Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.</i>	Код ОП <i>11.06.01</i>
Направление подготовки: <i>Электроника, радиотехника и системы связи</i>	Код направления и уровня подготовки <i>11.06.01</i>
Уровень подготовки: <i>высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации.</i>	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: <i>30.07.2014 г. № 876 с изменениями от 30 апреля 2015 г.</i>

СОГЛАСОВАНО
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ
КАДРОВ ВЫСШЕЙ
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург, 2018 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Важенин Владимир Григорьевич	К.т.н., доцент	доцент	департамент радиоэлектроники и связи	
2	Лесная Любовь Леонидовна	нет	научный сотрудник	департамент радиоэлектроники и связи	

Рекомендовано учебно-методическим советом Института радиоэлектроники и информационных технологий-РТФ

Председатель учебно-методического совета

В.Г. Коберниченко

Согласовано:

Начальник ОПНПК _____ Е.А. Бутрина

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «АНТЕННЫ, СВЧ-УСТРОЙСТВА И ИХ ТЕХНОЛОГИИ»

1.1 Аннотация содержания дисциплины

Настоящая программа базируется на вузовских дисциплинах, соответствующих государственному образовательному стандарту по направлению «Радиотехника»: радиотехнические цепи и сигналы; электродинамика и распространение радиоволн; схемотехника аналоговых устройств; схемотехника цифровых устройств; микропроцессоры; устройства СВЧ и антенны; электроника; основы формирования и обработки сигналов; устройства приема и преобразования сигналов; вычислительные устройства и системы; радиотехнические системы.

Дисциплина «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии» является обязательной дисциплиной учебного плана послевузовского профессионального образования для направленности «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

1.2 Язык реализации дисциплины – русский.

1.3 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у аспиранта следующих компетенций:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- владение культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования антенн и устройств СВЧ, применяя теоретические методы исследований, численные методы моделирования, экспериментальные методы измерений антенн и устройств СВЧ для различных видов конструктивного и технологического исполнения (ПК-1).

1.4 Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

- осуществлять инновационную, организационную и коммуникативную деятельность, самосовершенствоваться и развивать творческий потенциал (РО-1);
- проводить теоретические и прикладные исследования по расчету, проектированию и эксплуатации антенного оборудования и СВЧ-устройств с применением современных информационных технологий (РО-2);
- проводить научные исследования в области разработки и совершенствования антенного оборудования и устройств СВЧ, представлять их результаты, использовать полученные знания при разработке учебно-методического обеспечения и в преподавательской деятельности по направлению «Электроника, радиотехника и системы связи» применительно к области «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии» (РО-3);
- осуществлять управленческую, проектную и научно-аналитическую деятельность в направлении «Электроника, радиотехника и системы связи» применительно к области «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии» (РО-4).

Знать:

- параметры и характеристики основных линий передачи, использующихся при разработке устройств СВЧ и антенн;
- методы расчета устройств СВЧ и экспериментальные методы измерения их характеристик;
- конструкции типовых элементов трактов СВЧ, методы их проектирования и оптимизации;
- параметры и характеристики антенн различного назначения. Методы математического и физического моделирования антенн. Особенности конструкций антенн различных частотных диапазонов и порядок их проектирования;
- основные справочно-информационные издания в соответствующей области знаний.

Уметь:

- находить и анализировать информацию о современных подходах к проектированию устройств СВЧ и антенн. Проектировать их для различных диапазонов и уровней мощности;
- производить расчеты первичных и вторичных параметров антенн, оптимизировать их геометрические и электрические параметры, уточнять размеры после экспериментального моделирования.
- использовать научно-техническую и справочную литературу.

Владеть:

- методами выполнения инженерных расчетов и принятия профессиональных решений по проектированию устройств СВЧ и антенн;
- методами, необходимыми для выбора конструкторских решений с учетом требований надежности, устойчивости к воздействию окружающей среды, электромагнитной совместимости и технологичности;
- методами проведения расчетов и вычислительных экспериментов на ЭВМ для оценки показателей эффективности устройств;
- навыками экспериментального исследования характеристик и параметров устройств СВЧ и антенн, измерения их параметров;
- методами работы с научно-технической документацией, технической литературой и другими информационными источниками для решения профессиональных задач.

1.5 Трудоемкость освоения дисциплины

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебные семестры, номер
		6
Аудиторные занятия, час.	4	4
Лекции, час.	4	4
Практические занятия, час.	0	0
Лабораторные работы, час.	0	0
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей аттестации, час.	104	104
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		Экзамен

Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	108
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3	3

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Общая теория антенн и СВЧ-устройств	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Распространение радиоволн в природных условиях. Влияние земной поверхности, тропосферы, ионосферы, космического пространства на распространение радиоволн.</p> <p>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.</p>

		<p>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.</p> <p>Численные методы электродинамики. Постановка задачи, представление полей, алгоритмизация задач возбуждения, излучения и дифракции электромагнитных полей и волн.</p> <p>Проекционные методы. Процесс Бубнова–Галёркина. Проекционное наложение граничных условий. Сведение задачи к рассмотрению граничных условий.</p> <p>Дискретизационные методы. Декомпозиционный принцип. Математическое моделирование сложных структур.</p>
<p>P2</p>	<p>Теория и техника СВЧ-устройств</p>	<p>Уравнения электродинамики для направляемых волн. Теория и классификация свободных волн в продольно-регулярных направляющих системах.</p> <p>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.</p> <p>Замедляющие структуры. Искусственные диэлектрики. Квазиоптические направляющие системы.</p> <p>Технические характеристики и особенности конструирования фидеров различных диапазонов.</p> <p>Конструктивно-технологические особенности микрополосковых линий.</p> <p>Теория электромагнитных резонаторов. Полые резонаторы. Диэлектрические и ферритовые резонаторы. Резонаторы на основе планарных структур. Открытые квазиоптические резонаторы.</p> <p>Технические характеристики и особенности конструирования резонаторов различных типов.</p> <p>Теория сложных волноводных устройств. Многомодовые матрицы рассеяния, проводимости и сопротивлений.</p> <p>Основные свойства одномодовых матриц.</p> <p>Эквивалентные схемы волноводных устройств. Элементы теории цепей СВЧ. Круговые диаграммы полных сопротивлений и проводимостей.</p> <p>Применение общей теории сложных волноводных устройств и теории цепей СВЧ при использовании различных направляющих систем.</p> <p>Фидерные устройства и их элементы. Методы согласования. Узкополосное и широкополосное согласование.</p> <p>Ограничения на полосу согласования. Согласующие элементы для линий разных типов.</p> <p>Элементы возбуждения волноводов и резонаторов.</p> <p>Соединения линий передачи, переходные элементы, вращающиеся сочленения. Разветвления, мостовые соединения. Направленные ответвители.</p>

		<p>Устройства регулирования амплитудных, фазовых и поляризационных характеристик. Атенюаторы, фазовращатели, поляризаторы.</p> <p>Устройства с применением ферритов. Волноводные, коаксиальные, полосковые и микрополосковые фазовращатели, вентили, циркуляторы и ограничители.</p> <p>Коммутационные устройства, применение ферритов и полупроводниковых элементов. Антенные переключатели.</p> <p>Частотные фильтры, элементы теории и классификация.</p> <p>Реализация фильтров в виде волноводных, коаксиальных, полосковых и микрополосковых конструкций.</p> <p>Перестраиваемые фильтры.</p> <p>Принципы построения и методы проектирования приёмо – передающих устройств СВЧ. Особенности активных СВЧ-устройств на основе полупроводниковых и миниатюрных вакуумных приборов (генераторы, умножители частоты, маломощные усилители). Применение биполярных и полевых транзисторов, лавинно-пролетных диодов, туннельных диодов и диодов Ганна.</p> <p>Особенности мощных СВЧ-устройств (клистронные усилители, магнетронные генераторы и генераторы на ЛБВ и ЛОВ).</p> <p>Пассивные нелинейные СВЧ устройства на полупроводниковых приборах. Транзисторные и диодные преобразователи частоты.</p> <p>Теория и техника передачи сигналов по волоконно-оптическим линиям связи.</p> <p>Применение СВЧ-устройств и систем в технологии производства, биологии и медицине.</p> <p>Численный электродинамический расчёт основных типов СВЧ-устройств.</p>
РЗ	<p>Теория и техника антенных устройств и систем</p>	<p>Теория антенн. Приёмная и передающая антенны, их основные параметры и технические характеристики.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Многоэлементные антенны (решётки). Взаимодействие элементов, метод наводимых э.д.с. в приближении заданных токов.</p> <p>Фазированные антенные решетки (ФАР). Частотное, фазовое и фазочастотное сканирование. Дискретный и дискретно-коммутационный методы. Приближение бесконечной решетки, теорема Флоке. Многолучевые антенные решетки.</p> <p>Вопросы синтеза антенн. Сверхнаправленность. Типы</p>

		<p>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.</p> <p>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). Приемо-передающие модули. Самофокусирующиеся антенные системы. Малошумящие антенные системы. Антенны с моделируемыми параметрами. Адаптивные антенны. Антенны для широкополосных сигналов. Антенные системы с регулируемыми поляризационными характеристиками. Моноимпульсные антенные системы. Диаграммообразование ФАР с помощью оптических методов. Волоконно-оптические и гибридные диаграммообразующие схемы (ДОС) ФАР. Радиооптические антенны.</p> <p>Учёт особенностей распространения радиоволн и расположения антенны. Вопросы надёжности антенно-фидерных устройств.</p> <p>Измерение параметров антенно-фидерных устройств.</p> <p>Применение антенных устройств и систем в технологии производства, биологии и медицине.</p> <p>Численный электродинамический расчёта основных типов антенных устройств и систем.</p>
Р4	Проектирование и оптимизация антенн и СВЧ-устройств, а также технология их производства	<p>Современные компьютерные технологии проектирования, расчёта и оптимизации антенных и СВЧ – устройств широкого применения. Модели базовых элементов разных уровней. Составление модели сложного объекта.</p> <p>Технология изготовления антенн и СВЧ-устройств.</p> <p>Методы технологии конструирования антенных и СВЧ-устройств.</p> <p>Методы технологии конструирования интегральных схем СВЧ.</p>

3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1 Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

6 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ПРИЛОЖЕНИЕ 1)

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Фальковский, О.И. Техническая электродинамика [Электронный ресурс] / О.И. Фальковский. – Санкт-Петербург : Лань, 2009. – 432 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/403>.
2. Антенны [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.Т. Зырянов [и др.]. — Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 416 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72576>.
3. Соколова, Ж.М. Приборы и устройства СВЧ, КВЧ и ГВЧ диапазонов [Электронный ресурс] : учеб. пособие. – Москва : ТУСУР, 2012. – 283 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4963>.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Нефедов, Е.И. Дифракция электромагнитных волн на диэлектрических структурах [Электронный ресурс] / Е.И. Нефедов. – Москва : Наука, 1979. – 270 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477431>.
2. Замотринский, В.А. Устройства СВЧ и антенны : учебное пособие. 1. Устройства СВЧ [Электронный ресурс] / В.А. Замотринский ; Л.И. Шангина. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 223 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208566>.
3. Козлов, В. Г. Электромагнитная совместимость РЭС / В. Г. Козлов. – Томск : Томский государственный университет управления и радиоэлектроники, 2012. – 16 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа : https://e.lanbook.com/book/10866#book_name
4. Костиков, В. Г. Электромагнитная совместимость в электронной аппаратуре / В. Г. Костиков, Р. В. Костиков, В. А. Шахнов. – М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012. – 125 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://e.lanbook.com/book/52371#book_name

7.2 Методические разработки

1. Шабунин, С.Н. Измерение параметров антенн: учеб. пособие [Электронный ресурс] / С.Н. Шабунин, Ю.Е. Мительман, Н.С. Князев. – Электрон. дан. – Екатеринбург : УрФУ, 2014. – 56 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98961>.
2. Расчет и измерение характеристик устройств СВЧ и антенн: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Ю.Е. Мительман [и др.]. – Екатеринбург : УрФУ, 2016. – 140 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99085>.

7.3 Программное обеспечение

Уральский федеральный университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения (MathCAD, Matlab, LabView и др.).

7.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных (в том числе международным реферативным базам данных научных изданий) и

информационным справочным системам. Электронно-библиотечная система УрФУ и электронная информационно-образовательная среда обеспечивает возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, как на территории образовательной организации, так и вне ее и обеспечивают одновременный доступ не менее 25% обучающихся по данному направлению подготовки.

1. Национальный открытый университет «ИНТУИТ» <http://www.intuit.ru/>.
2. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>
4. Федеральный портал. Российское образование <http://www.edu.ru/>.
5. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru/>.
6. Российская Государственная Библиотека (Информационно-поисковая система РГБ), Москва <http://www.rsl.ru/>.
7. Российская национальная библиотека (РНБ), Санкт-Петербург <http://www.nlr.ru/>.
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ), Москва <http://www.gpntb.ru/>.
9. Открытый международный архив электронных препринтов arXiv.org.
10. Базы патентов, открытый поиск wipo.int.
11. Базы данных ВИНТИ <http://viniti.ru/>.
12. ФГБУ Федеральный институт промышленной собственности http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru.
13. Центральная научная библиотека Уральского отделения РАН <http://cnb.uran.ru/resource/katalog>.

7.5 Электронные образовательные ресурсы

Режимы доступа к электронно-библиотечной системе:

Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru>

Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>

Электронный каталог <http://opac.urfu.ru/>

Электронно-библиотечные системы <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2330>

Электронные ресурсы свободного доступа <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=75>

Электронные ресурсы по подписке <http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>

В том числе:

ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>;

Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com>;

Scopus: <http://www.scopus.com/>

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

1. Лаборатория, Мира, 32, Р-318

Современная эргономичная мебель для аспирантов – 8 рабочих мест,

Компьютеры (core 2 duo e6550 2.33, 4gb, radeon 4350,250gb) – 8 шт.,

Телевизор sharp – 1 шт.

Лицензионное ПО: MS Office, Adobe Reader, , System Center Endpoint Protection

2. Лаборатория современных телекоммуникационных систем. Мира, 32. Р-417

Рабочих мест - 3,

учебных мест - 12,

рабочее место преподавателя (стол, стул),

доска маркерная,

телевизионный приемник - 2,

компьютер (3 ед.);

- векторный генератор R&S SMU200A (двухканальный векторный генератор до 6 ГГц с опциями всех существующих телекоммуникационных и навигационных систем);
- анализатор сигналов R&S FSQ26 (от 20 Гц до 26 ГГц);
- лицензионное ПО: MS Office; Adobe Reader; System Center Endpoint Protection;
- программное обеспечение HFSS (среда трехмерного электродинамического моделирования);
- программное обеспечение AWR Design Environment (среда электродинамического моделирования микрополосковых устройств);
3. Лаборатория Центра высоких технологий. Мира, 32. Р-046
- Лабораторная мебель на 8 рабочих мест.
- Демокомплекс на базе интерактивной доски esprin TIWEDT79,
- Контроллер NI регистрирующий скоростной - 8шт,
- Комплект датчиков Grove Smart Plant Care Kit for Arduino - 10 шт,
- Комплект для отладки встроенных систем TE-STM32F4 STARTERKIT PRO с камерой и дисплейным модулем - 3 шт,
- Комплект для отладки встроенных систем ARDUINO -4 шт,
- Источник питания GPS-72303 - 3 шт,
- Индукционная паяльная станция Quick-202D ESD - 10 шт,
- Климатическая камера MC-711Py,
- Лицензионное ПО: MS Office, Adobe Reader, , System Center Endpoint Protection
4. Лаборатория. Мира, 32. Р-442
- Учебная мебель на 25 рабочих мест;
- компьютеры (Intel Core 2Duo CPU E6550 @ 2,33GHz 2 Gb RAM ATI Radeon HD 4350 БП Asus 450W Seagate 250Gb) – 9 шт.,
- телевизор sharp – 1 шт.,
- генераторы:
- низко-част. сигналов – 6 шт.,
- высокочастотных сигналов – 6 шт.,
- стенды – 7 шт.,
- цифровой осциллограф – 7 шт.
- Лицензионное ПО: MS Office, Adobe Reader, , System Center Endpoint Protection, MatLab, LabView, АСК4106(Акмаком)

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Критерии оценивания результатов контрольно-оценочных мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

6.2. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

6.2.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

Не предусмотрено.

6.2.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Не предусмотрено.

6.2.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

6.2.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

6.2.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. 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.
2. Постановка задач электродинамики, методы их решения. Внутренние и внешние задачи электродинамики. Теорема единственности.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Распространение радиоволн в природных условиях. Влияние земной поверхности, тропосферы, ионосферы, космического пространства на распространение радиоволн. Распространение радиоволн в урбанизированных зонах.
7. Излучение электромагнитных волн. Элементарные излучатели. Ближняя и дальняя зоны. Теорема эквивалентности, эквивалентные поверхностные источники.
8. 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.
9. 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.
10. Численные методы электродинамики. Постановка задачи, представление полей, алгоритмизация задач возбуждения, излучения и дифракции электромагнитных полей и волн.

11. Проекционные методы. Процесс Бубнова–Галёркина. Проекционное наложение граничных условий. Сведение задачи к рассмотрению граничных условий.
12. Дискретизационные методы. Декомпозиционный принцип. Математическое моделирование сложных структур.
13. Уравнения электродинамики для направляемых волн. Теория и классификация свободных волн в продольно-регулярных направляющих системах.
14. Типы направляющих систем. Полые и коаксиальные волноводы. Диэлектрические волноводы и линии поверхностных волн. Полые волноводы с частичным диэлектрическим и гиротропным заполнением.
15. Полосковые и микрополосковые линии, щелевые и копланарные волноводы. Оптические волноводы, световоды. Замедляющие структуры. Искусственные диэлектрики. Квазиоптические направляющие системы.
16. Технические характеристики и особенности конструирования фидеров различных диапазонов. Конструктивно-технологические особенности микрополосковых линий.
17. Теория электромагнитных резонаторов. Полые резонаторы. Диэлектрические и ферритовые резонаторы. Резонаторы на основе планарных структур. Открытые квазиоптические резонаторы.
18. Технические характеристики и особенности конструирования резонаторов различных типов.
19. Теория сложных волноводных устройств. Многомодовые матрицы рассеяния, проводимости и сопротивления. Основные свойства одномодовых матриц.
20. Эквивалентные схемы волноводных устройств. Элементы теории цепей СВЧ. Круговые диаграммы полных сопротивлений и проводимостей.
21. Применение общей теории сложных волноводных устройств и теории цепей СВЧ при использовании различных направляющих систем.
22. Фидерные устройства и их элементы. Методы согласования. Узкополосное и широкополосное согласование. Ограничения на полосу согласования. Согласующие элементы для линий разных типов.
23. Элементы возбуждения волноводов и резонаторов. Соединения линий передачи, переходные элементы, вращающиеся сочленения. Разветвления, мостовые соединения. Направленные ответвители.
24. Устройства регулирования амплитудных, фазовых и поляризационных характеристик. Атенюаторы, фазовращатели, поляризаторы.
25. Устройства с применением ферритов. Волноводные, коаксиальные, полосковые и микрополосковые фазовращатели, вентили, циркуляторы и ограничители.
26. Коммутационные устройства, применение ферритов и полупроводниковых элементов. Антенные переключатели.
27. Частотные фильтры, элементы теории и классификация. Реализация фильтров в виде волноводных, коаксиальных, полосковых и микрополосковых конструкций. Перестраиваемые фильтры.
28. Принципы построения и методы проектирования приёмо – передающих устройств СВЧ. Особенности активных СВЧ-устройств на основе полупроводниковых и миниатюрных вакуумных приборов(генераторы, умножители частоты, малошумящие усилители). Применение биполярных и полевых транзисторов, лавинно-пролетных диодов, туннельных диодов и диодов Ганна.
29. Особенности мощных СВЧ-устройств (клистронные усилители, магнетронные генераторы и генераторы на ЛБВ и ЛОВ).
30. Пассивные нелинейные СВЧ устройства на полупроводниковых приборах. Транзисторные и диодные преобразователи частоты.
31. Теория и техника передачи сигналов по волоконно-оптическим линиям связи.
32. Применение СВЧ – устройств и систем в технологии производства, биологии и медицине.

33. Численный электродинамический расчёт основных типов СВЧ-устройств.
34. 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.
35. Система одностипных излучателей. Теорема перемножения диаграмм. Эквивалентные решётки. Непрерывные распределения. Влияние амплитудно-фазового распределения поля и конфигурации апертуры на основные характеристики антенн. Статистические характеристики антенн.
36. Многоэлементные антенны (решётки). Взаимодействие элементов, метод наводимых э.д.с. в приближении заданных токов.
37. Фазированные антенные решетки (ФАР). Частотное, фазовое и фазочастотное сканирование. Дискретный и дискретно-коммутационный методы. Приближение бесконечной решетки, теорема Флоке. Многолучевые антенные решетки.
38. Вопросы синтеза антенн. Сверхнаправленность. Типы антенн и их реализация в различных диапазонах волн.
39. Антенны длинных, средних и коротких волн. Вибраторные антенны для диапазонов КВ и УКВ. Антенны бегущей волны дискретного и непрерывного типов.
40. Спиральные, диэлектрические и ребристо-стержневые антенны. Частотно-независимые антенны. Рупорные, зеркальные, линзовые, щелевые и другие антенны СВЧ.
41. 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 регулируемыми поляризационными характеристиками. Моноимпульсные антенные системы.
42. Диаграммообразование ФАР с помощью оптических методов. Волоконно-оптические и гибридные диаграммообразующие схемы (ДОС) ФАР. Радиооптические антенны.
43. Учёт особенностей распространения радиоволн и расположения антенны. Вопросы надёжности антенно-фидерных устройств.
44. Измерение параметров антенно-фидерных устройств.
45. Применение антенных устройств и систем в технологии производства, биологии и медицине.
46. Численный электродинамический расчёта основных типов антенных устройств и систем.
47. Современные компьютерные технологии проектирования, расчёта и оптимизации антенных и СВЧ – устройств широкого применения. Модели базовых элементов разных уровней. Составление модели сложного объекта.
48. Технология изготовления антенн и СВЧ-устройств.
49. Методы технологии конструирования антенных и СВЧ-устройств.
50. Методы технологии конструирования интегральных схем СВЧ.

9 ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РЦД

Номер листа изменений	Номер протокола заседания учебно-методического совета института	Дата заседания учебно-методического совета института	Всего листов в документе	Подпись руководителя направления подготовки (ОП)