

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович
Должность: Ректор
Дата подписания: 22.03.2024 14:28:27
Уникальный программный ключ:
5cf0d6f89e80f49a334f6a4ba58e91f3326b9926

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

Кафедра РТиМ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

« 2.1.1.3. Антенны, СВЧ устройства и их технологии »

Уровень высшего образования

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Группа научных специальностей

2.2. Электроника, фотоника, приборостроение и связь

(шифр и наименование группы научных специальностей)

Научная специальность

2.2.14. Антенны, СВЧ устройства и их технологии

(шифр и наименование научной специальности образовательной программы)

Форма обучения

Очная

Махачкала 2023

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры радиотехники, телекоммуникаций и микроэлектроники

протокол № 10 от "15" 06 2023 г.

Заведующий кафедрой
РТиМ

наименование кафедры



подпись


Гаджиев Х.М.

расшифровка подписи

Исполнители:

к.т.н., доцент

должность



подпись

Челушкина Т.А.

расшифровка подписи

к.ф.-м.н., доцент

должность



подпись

Гаджиева С.М.

расшифровка подписи

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

В рамках научной специальности рассматриваются вопросы математического описания антенн и антенных решеток, ФАР, микрополосковых антенн и ряда других, компьютерного электродинамического моделирования антенн.

Аспиранты получают практические навыки проектирования микрополосковых и вибраторных антенн с помощью профессиональных пакетов прикладных программ.

Включает следующие направления исследований: Решение внешних и внутренних задач электродинамики для анализа и синтеза высокоэффективных антенн и СВЧ устройств, определения их предельно-достижимых характеристик, возможных путей построения и т. д. 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. Исследование и разработка новых антенных систем, активных и пассивных СВЧ устройств, в том числе управляющих, фазирующих, экранирующих и других, с существенно улучшенными параметрами. Исследование электродинамических характеристик и дисперсионных свойств периодических и нерегулярных структур, замедляющих систем, метаматериалов, элементов радиофотоники, разработка на их основе антенн и СВЧ устройств с существенно улучшенными параметрами. Исследование и разработка СВЧ интегрированных схем новых поколений. Изыскание рациональных путей построения антенн или антенных систем для новых областей использования радиоизлучения (технологий производства, биологии, медицины и т.д.). Разработка и исследование новых технологий производства, настройки и эксплуатации антенных систем. Исследование и разработка метрологического обеспечения проектирования, производства и эксплуатации антенных систем и СВЧ устройств. Исследование и разработка адаптивных и маломощных антенных систем, больших антенн с высоким усилением, активных фазированных антенных решеток со сверхбольшими мощностями излучения, радиооптических антенных систем и антенн с уникальными характеристиками. Разработка методов автоматизированного проектирования и оптимизации антенных систем и СВЧ устройств широкого применения. Исследования распространения радиоволн на различных трассах в природных и искусственных средах и влияние условий распространения и вида подстилающей поверхности на характеристики антенн. Исследование и разработка антенных систем и СВЧ устройств для цифровых и интеллектуальных технологий беспроводной передачи данных, связанных с поддержкой высокоскоростных мобильных и подвижных устройств.

Задачи:

- формирование навыков в области теории антенн, СВЧ устройств и их технологий;
- изучение основных методов научных исследований, применяемых в данной области;
- освоение ключевых подходов к исследованию, разработке, созданию и производству антенн, СВЧ устройств и их технологии, радиоматериалов, элементной базы, решению задач электромагнитной совместимости и метрологического обеспечения.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина (модуль) «Антенны, СВЧ устройства и их технологии» включена в обязательный компонент. Шифр дисциплины – 2.1.1.3.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных аспирантами в результате освоения образовательной программы высшего образования второго уровня (магистратура, специалитет).

Дисциплина направлена на сдачу кандидатского минимума, осуществление научно-исследовательской деятельности аспиранта по направленности программы аспирантуры и подготовку научного доклада о результатах научно-квалифицированной работы (диссертации).

Пререквизиты дисциплины: 2.1.1.1. *Иностранный язык*, 2.1.1.2 *История и философия науки*.

Постреквизиты дисциплины: 2.2.1(П). *Педагогическая практика, Итоговая аттестация*.

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы ее освоения
Знать: <ul style="list-style-type: none">– структурные и конструктивные решения по использованию антенн и устройств СВЧ в различных областях их применения;– методы электродинамического анализа антенн и устройств СВЧ;
Уметь: <ul style="list-style-type: none">– применять средства и методы структурной и параметрической оптимизации;– пользоваться нормативной документацией, регламентирующей выполнение НИР и ОКР.
Владеть: <ul style="list-style-type: none">– математическими методами анализа антенн и устройств СВЧ, адекватными решаемой задаче;– современными программными пакетами численного электродинамического анализа антенн и устройств СВЧ;– навыками выполнения экспериментальных исследований и работы с измерительным оборудованием.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов).

Вид работы	4 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108
Контактная работа:	51	51
Лекции (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Самостоятельная работа: <i>- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);</i> <i>- выполнение расчетно-графического задания (РГЗ);</i> <i>- написание реферата (Р);</i> <i>- написание эссе (Э);</i> <i>- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);</i> <i>- подготовка к практическим занятиям;</i> <i>- подготовка к коллоквиумам;</i> <i>- подготовка к рубежному контролю и т.п.)</i>	57	57
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Общая теория антенн и СВЧ устройств	12	2	4		6
2.	Общая теория антенн и СВЧ устройств	12	2	4		6

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
3.	Теория и техника СВЧ	12	2	4		6
4.	Теория и техника СВЧ	12	2	4		6
5.	Теория и техника СВЧ	13	2	4		7
6.	Теория и техника антенных устройств и систем	14	2	4		8
7.	Теория и техника антенных устройств и систем	12	2	4		6
8.	Теория и техника антенных устройств и систем	14	2	4		8
9.	Проектирование и оптимизация антенн и СВЧ	7	1	2		4
	Итого:	108	17	34		57
	Всего:	108	17	34		57

4.2 Содержание разделов дисциплины

1. Раздел: «Общая теория антенн и СВЧ устройств»

1. Уравнения Максвелла для нестационарных и монохроматических полей. Материальные уравнения и типы сред.
2. Векторные и скалярные потенциалы электромагнитного поля. Волновые уравнения и уравнения Гельмгольца. Граничные условия.
3. Постановка задач электродинамики, методы их решения. Внутренние и внешние задачи электродинамики. Теорема единственности.

2. Раздел: «Общая теория антенн и СВЧ устройств»

1. Распространение радиоволн в природных условиях. Излучение электромагнитных волн. Элементарные излучатели. Близкая и дальняя зоны.
2. Электромагнитное поле заданного распределения возбуждающих токов в свободном пространстве. Сведение задачи об излучении антенн к интегральным и интегро-дифференциальным уравнениям.
3. Явления и задачи дифракции. Строгая постановка дифракционных задач.
4. Численные методы электродинамики.
5. Проекционные методы. Процесс Бубнова–Галёркина. Дискретизационные методы. Декомпозиционный принцип.

3. Раздел: «Теория и техника СВЧ»

1. Уравнения электродинамики для направляемых волн. Типы направляющих систем.
2. Полюсы и коаксиальные волноводы. Искусственные диэлектрики. Квазиоптические направляющие системы.
3. Технические характеристики и особенности конструирования фидеров различных диапазонов.
4. Теория электромагнитных резонаторов.

4. Раздел: «Теория и техника СВЧ»

1. Теория сложных волноводных устройств.
2. Многомодовые матрицы рассеяния, проводимости и сопротивления.
3. Основные свойства одномодовых матриц.
4. Фидерные устройства и их элементы.
5. Элементы возбуждения волноводов и резонаторов.
6. Устройства регулирования амплитудных, фазовых и поляризационных характеристик.
7. Атенноаторы, фазовращатели, поляризаторы

5. Раздел: «Теория и техника СВЧ»

1. Частотные фильтры, элементы теории и классификация.
2. Принципы построения и методы проектирования приёмно – передающих устройств СВЧ.
3. Особенности мощных СВЧ устройств (клистронные усилители, магнетронные генераторы и генераторы на ЛБВ и ЛОВ).
4. Пассивные нелинейные СВЧ устройства на полупроводниковых приборах

6. Раздел: «Теория и техника антенных устройств и систем»

1. Теория антенн. Приёмная и передающая антенны, их основные параметры и технические характеристики.
2. Система однотипных излучателей. Теорема перемножения диаграмм.
3. Эквивалентные решётки. Непрерывные распределения.

7. Раздел: «Теория и техника антенных устройств и систем»

1. Многоэлементные антенны (решётки).
2. Фазированные антенные решетки (ФАР). Многолучевые антенные решетки.
3. Антенны длинных, средних и коротких волн.
4. Антенные решётки с электронным сканированием.
5. Системы управления ФАР. применение ферритов и полупроводниковых элементов.

8.Раздел: «Теория и техника антенных устройств и систем»

1. Диагностическое ФАР с помощью оптических методов. Волоконно-оптические и гибридные диаграммообразующие схемы (ДОС) ФАР.
2. Учёт особенностей распространения радиоволн и расположения антенны.
3. Вопросы надёжности антенно-фидерных устройств. Измерение параметров антенно-фидерных устройств.

9.Раздел: «Проектирование и оптимизация антенн и СВЧ устройств, а также технология их производства»

1. Современные компьютерные технологии проектирования, расчёта и оптимизации антенных и СВЧ – устройств широкого применения.
2. Технология изготовления антенн и СВЧ устройств.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Раздел	Кол-во часов
1.	1	Волновые уравнения и уравнения Гельмгольца. Граничные условия.	6
2.	2	Проекционные методы. Процесс Бубнова–Галёркина. Дискретизационные методы. Декомпозиционный принцип.	6
3.	3	Уравнения электродинамики для направляемых волн.	6
4.	4	Элементы возбуждения волноводов и резонаторов. Устройства регулирования амплитудных, фазовых и поляризационных характеристик.	6
5.	5	Принципы построения и методы проектирования приёмо – передающих устройств СВЧ.	7
6.	6	Система однотипных излучателей. Теорема перемножения диаграмм.	8
7.	7	Антенные решётки с электронным сканированием.	6
8.	8	Вопросы надёжности антенно-фидерных устройств.	8
9.	9	Технология изготовления антенн и СВЧ устройств.	4
		Итого:	34

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

№ п/п	Виды занятий	Необходимая учебная, учебно-методическая (основная и дополнительная) литература, программное обеспечение, электронно-библиотечные и Интернет ресурсы	Автор(ы)	Издательство и год издания	Количество изданий	
					В библиотеке	
1	2	3	4	5	6	7
Основная						
1	лк, пз	Устройства СВЧ и антенны : учебник - ISBN 978-5-7638-3107-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/64594	А. А. Филонов, А. Н. Фомин, Д. Д. Дмитриев, В. Н. Тяпкин	Красноярск: СФУ, 2014. — 492 с.	-	-
2	лк, пз	Устройства СВЧ и антенны. Часть 1. Устройства СВЧ : учебное пособие —	В. А. Замотринский,	Томск : Томский государственный	-	-

		Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/13996.html	Л. И. Шангина	университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 222 с.		
3	лк, пз	Антенны и распространение радиоволн : учебное пособие — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/54782.html	Л. К. Андрусевич, А. А. Ищук, К. А. Лайко	Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2010. — 422 с.	-	-

5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Виды занятий	Необходимая учебная, учебно-методическая (основная и дополнительная) литература, программное обеспечение, электронно-библиотечные и Интернет ресурсы	Автор(ы)	Издательство и год издания	Количество изданий	
					В библиотеке	
1	2	3	4	5	6	7
Дополнительная						
1	лк, пз	Антенны и устройства СВЧ. Часть 1. Устройства СВЧ : учебное пособие — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/14003.html	А. С. Шостак	Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 125 с.	-	-
2	лк, пз	Расчет и измерение характеристик устройств СВЧ и антенн : учебное пособие — ISBN 978-5-7996-1821-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/65981.html	Ю. Е. Мительман, Р. Р. Абдуллин, С. Г. Сычугов, С. Н. Шабунин ; под редакцией Ю. Е. Мительман	Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 140 с.	-	-
3	лк, пз	Антенны и устройства СВЧ: Учеб. для радиотехнич. спец. вузов	Д.М.Сазонов	М.: Высш. шк., 1988г. – 432с.	300	-

5.3 Периодические издания

1. «Антенны» <http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=jr3>
2. «Радиотехника и электроника» <http://www.maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=radel>
3. «Радиотехника» <http://radiotec.ru/catalog.php?cat=jr11>
4. «Физика волновых процессов и радиотехнические системы» <http://neganov-samara.narod.ru>
5. «Известия высших учебных заведений. Радиотехника» <http://radio.kpi.ua>
6. «Вопросы радиотехники» <http://www.instel.ru>.
7. «IEEE «Terahertz Science and Technology» <https://www.mtt.org/terahertz>

5.4 Интернет-ресурсы

1. EEEExplore <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=5503871>
2. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
3. Электронно-библиотечная система <http://elanbook.com>
4. Электронно-библиотечная система <http://ibooks.ru>

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. MSOffice (MS Word, MS PowerPoint, MS Excel), Adobe Acrobat, аудиопроигрыватель Winamp, MATLAB (Octave).
2. Перечень необходимых информационных справочных систем. Электронная система Moodle, URL адрес <https://e.sfu-kras.ru>.
3. Поисковые системы: Google или Яндекс.
4. Система Консультант Плюс (некоммерческая онлайн версия). http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=home&utm_csource=www&utm_cmedium=banner

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДГТУ.