

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодимович
Должность: И.о. ректора
Дата подписания: 22.08.2023 17:17:59
Уникальный программный ключ:
2a04bb882d7edb7f479cb266eb4aaaaedebee849

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

Кафедра РТиМ

УТВЕРЖДАЮ

Врио ректора ФГБОУ ВО «ДГТУ»,
к.э.н., доцент

_____ Н.Л. Баламирзоев

«_____» _____ 2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1. Б3 Системы, сети и устройства телекоммуникаций

по направлению подготовки

11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи»

Направленность – **Системы, сети и устройства телекоммуникаций**

1 Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование и развитие у аспирантов компетенций в области исследования, разработки, создания и производства систем, сетей и устройств телекоммуникаций и их технологии, радиоматериалов, элементной базы, решения задач электромагнитной совместимости и метрологического обеспечения.

Задачи:

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

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина (модуль) «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» включена в базовую часть Блока 1 Программы в качестве обязательной дисциплины. Шифр дисциплины - Б1.Б.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).

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Область профессиональной деятельности выпускников:

- теоретическое и экспериментальное исследование;
- математическое и компьютерное моделирование;
- проектирование, конструирование, использование и эксплуатацию материалов, компонентов, электронных приборов, устройств, установок вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой, оптической, микро- и нанoeлектроники различного функционального назначения;
- исследования и разработки, направленные на создание и обеспечение функционирования устройств, систем и комплексов, основанных на использовании электромагнитных колебаний и волн и предназначенных для передачи, приема и обработки информации, получения информации об окружающей среде, природных и технических объектах, а также воздействия на природные или технические объекты с целью изменения их свойств;
- совокупность технологий, средств, способов и методов человеческой деятельности, направленных на создание условий для обмена информацией на расстоянии по проводной, радио, оптической системам, ее обработки и хранения.

Объекты профессиональной деятельности:

- материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования, технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели,

алгоритмы решения типовых задач, современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и наноэлектроники;

- радиотехнические системы, комплексы и устройства, методы и средства их проектирования, моделирования, экспериментальной отработки, подготовки к производству и применению, применения по назначению и технического обслуживания;

- технологии, средства, способы и методы человеческой деятельности, направленные на создание условий для обмена информацией на расстоянии, ее обработки и хранения, в том числе технологические системы и технические средства, обеспечивающие надежную и качественную передачу, прием, обработку и хранение различных знаков, сигналов, письменного текста, изображений, звуков по проводным, радио и оптическим системам.

Дисциплина «Системы, сети и устройства телекоммуникаций и их технологии» направлена на освоение следующих **видов профессиональной деятельности**:

- сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбор и обоснование методик и средств решения поставленных задач;

- подготовку заданий для проведения исследовательских и научных работ.

№	Формируемые компетенции	Номер/индекс
1	Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	ОПК-1
2	Способность выявлять проблемные места в области системы, сети и устройства телекоммуникаций и их технологий, формулировать проблемы для исследования; ставить цель и конкретизировать ее на уровне задач; выстраивать научный аппарат исследования; строить модели исследуемых процессов или явлений	ПК-1
3	Способность проводить теоретические и экспериментальные исследования в области системы, сети и устройства телекоммуникаций и их технологий с использованием передовых технологий	ПК-2

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

ОПК – 1	Знать: основные принципы использования современных методов исследования в области антенн, СВЧ-устройств и их технологий Уметь: осуществлять сбор, обработку, классификацию и критический анализ научной информации в области СВЧ-устройств и их технологий. Владеть: способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области СВЧ-устройств и их технологий.
ПК-1	Знать: современные тенденции и основные направления исследований в развитии теории антенн, СВЧ-устройств и их технологий. Уметь: выявлять проблемные места в области антенн, СВЧ-устройств и их технологий, формулировать проблемы для исследования. Владеть: навыками постановки цели и конкретизации ее на уровне задач в области антенн, СВЧ-устройств и их технологий.

ПК-2	Знать: основные методы и подходы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области систем, сетей и устройств телекоммуникаций и их технологий. Уметь: проводить теоретические и экспериментальные исследования в области системы, сети и устройства телекоммуникаций и их технологий с использованием основных методов и подходов. Владеть: навыками проведения теоретических и экспериментальных исследований в области системы, сети и устройства телекоммуникаций и их технологий с использованием передовых технологий, используя основные методы и подходы.
------	---

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Содержание дисциплины

№ п/п	Тема лекции и вопросы	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего* контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				ЛК	ПЗ	СР	
1	Лекция 1 Тема: «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.	4	1	2	2	5	
2	Лекция 2 Тема: «Общая теория антенн и СВЧ устройств» 1. Распространение радиоволн в природных условиях. Излучение электромагнитных волн. Элементарные излучатели. Ближняя и дальняя зоны. 2. Электромагнитное поле заданного распределения возбуждающих токов в свободном пространстве. Сведение задачи об излучении антенн к интегральным и интегродифференциальным 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	2	2	5	

3	Лекция 3 Тема: «Теория и техника СВЧ» 1. Уравнения электродинамики для направляемых волн. Типы направляющих систем. 2. Полые и коаксиальные волноводы. Искусственные диэлектрики. Квазиоптические направляющие системы. 3. Технические характеристики и особенности конструирования фидеров различных диапазонов. 4. Теория электромагнитных резонаторов.
4	Лекция 4 Тема: «Теория и техника СВЧ» 1. Теория сложных волноводных устройств. Многомодовые матрицы рассеяния, проводимости и сопротивления. Основные свойства одномодовых матриц. 2. Фидерные устройства и их элементы. 3. Элементы возбуждения волноводов и резонаторов. Устройства регулирования амплитудных, фазовых и поляризационных характеристик. 4. Атенюаторы, фазовращатели, поляризаторы.
5	Лекция 5 Тема: «Теория и техника СВЧ» 1. Частотные фильтры, элементы теории и классификация. 2. Принципы построения и методы проектирования приёмо – передающих устройств СВЧ. 3. Особенности мощных СВЧ устройств (клистронные усилители, магнетронные генераторы и генераторы на ЛБВ и ЛЮВ). 4. Пассивные нелинейные СВЧ устройства на полупроводниковых приборах.
6	Лекция 6 Тема: «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	Лекция 7 Тема: «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.

5	2	2	4	Опрос. Отчет о самостоятельной работе (ОПК-1; ПК-1; ПК-2)
7	2	2	4	Опрос. Отчет о самостоятельной работе (ОПК-1; ПК-1; ПК-2)
9	2	2	4	
11	2	2	4	
13	2	2	4	

8	Лекция 8 Тема: «Теория и техника антенных устройств и систем» 1. Диаграммообразование 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.	15	2	2	4	Опрос. Отчет о самостоятельной работе (ОПК-1; ПК-1; ПК-2)
9	Лекция 9 Тема: «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.	17	1	1	4	
Итого:			17	17	38	

4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование лабораторного (практического, семинарского) занятия	Количество часов	Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
1	1	Волновые уравнения и уравнения Гельмгольца. Граничные условия.	2	Раздел 7 рабочей программы
2	2	Проекционные методы. Процесс Бубнова–Галёркина. Дискретизационные методы. Декомпозиционный принцип.	2	
3	3	Уравнения электродинамики для направляемых волн.	2	
4	4	Элементы возбуждения волноводов и резонаторов. Устройства регулирования амплитудных, фазовых и поляризационных характеристик.	2	
5	5	Принципы построения и методы проектирования приёмо – передающих устройств СВЧ.	2	
6	6	Система одностипных излучателей. Теорема перемножения диаграмм.	2	
7	7	Антенные решётки с электронным сканированием.	2	
8	8	Вопросы надёжности антенно-фидерных устройств.	2	
9	9	Технология изготовления антенн и СВЧ устройств.	1	
ИТОГО:			17	

4.3. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом не предусмотрено.

4.4. Тематика для самостоятельной работы студента

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины	Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
1	Энергия электромагнитного поля. Теорема Умова–Пойнтинга. 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.	5	Раздел 7 рабочей программы	Собеседование
2	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.	5		Собеседование
3	Коммутационные устройства, применение ферритов и полупроводниковых элементов. Антенные переключатели.	4		Собеседование
4	Реализация фильтров в виде волноводных, коаксиальных, полосковых и микрополосковых конструкций. Перестраиваемые фильтры.	4		Собеседование
5	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.	4		Собеседование
6	Соотношение режимов приёма и передачи, теорема взаимности. Эффективная поверхность антенны. Обратное излучение приемной антенны.	4		Собеседование

7	Приближение заданных токов и применение сведений об элементарных излучателях в теории антенн. Учет влияния земной поверхности и экранов.	4		Собеседование
8	Влияние амплитудно-фазового распределения поля и конфигурации апертуры на основные Приближение заданных токов и применение сведений об элементарных излучателях в теории антенн. Учет влияния земной поверхности и экранов. Характеристики антенн. Статистические характеристики антенн.	4		Собеседование
9	Модели базовых элементов разных уровней. Составление модели сложного объекта. Методы технологии конструирования антенных и СВЧ устройств. Методы технологии конструирования интегральных схем СВЧ.	4		Собеседование
Итого:		38		

5 Образовательные технологии

При освоении дисциплины «Системы, сети и устройства телекоммуникаций и их технологии» используются следующие образовательные технологии:

- активные (лекции);
- информационные (анализ и обзор источников информации);
- компьютерные (виртуальные и сетевые интернет-технологии),
- информационно-коммуникативные (компьютеры, телекоммуникационные сети),
- коммуникативные (обсуждение проблем на аудиторных занятиях, круглые столы, диспуты, участие в аспирантских научных и научно-практических конференциях),
- проблемные задания аспирантам, и их представление, разбор конкретных ситуаций.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля)

По итогам освоения дисциплины аспирантом сдается экзамен.

Вопросы для проведения экзамена (ОП –1, ПК-1, ПК-2)

1. Материальные уравнения и типы сред.
2. Векторные и скалярные потенциалы электромагнитного поля.
3. Типы направляющих систем.
4. Полые и коаксиальные волноводы.
5. Приёмная и передающая антенны, их основные параметры и технические характеристики.

6. Система однотипных излучателей.
7. Современные компьютерные технологии проектирования, расчёта и оптимизации антенных и СВЧ – устройств широкого применения.
8. Волновые уравнения и уравнения Гельмгольца.
9. Уравнения Максвелла для нестационарных и монохроматических полей.
10. Граничные условия.
11. Фидерные устройства и их элементы.
12. Элементы возбуждения волноводов и резонаторов.
13. Искусственные диэлектрики.
14. Квазиоптические направляющие системы.
15. Теорема перемножения диаграмм.
16. Эквивалентные решётки.
17. Технология изготовления антенн и СВЧ устройств.
18. Внутренние и внешние задачи электродинамики.
19. Теорема единственности.
20. Технические характеристики и особенности конструирования фидеров различных диапазонов.
21. Теория электромагнитных резонаторов.
22. Непрерывные распределения.
23. Многоэлементные антенны (решётки).
24. Модели базовых элементов разных уровней.
25. Составление модели сложного объекта.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания

Категории «знать», «уметь», «владеть» применяются в следующих значениях:

«знать» – воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты;

«уметь» – решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения;

«владеть» – решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, формируется в процессе получения опыта деятельности.

Интегральный уровень сформированности компетенции определяется по следующим критериям:

- **пороговый уровень:** дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

- **базовый уровень** позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

- **повышенный уровень** предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

Критерии оценивания компетенции следующие:

• **«Неудовлетворительно»** – не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки.

• **«Удовлетворительно»** – допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, имеются затруднения с выводами.

- «Хорошо» – способен логично мыслить, системно выстраивает изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей.
- «Отлично» - свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, использует в ответе материал монографической литературы.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Литература

№ п/п	Виды занятий	Необходимая учебная, учебно-методическая (основная и дополнительная) литература, программное обеспечение и Интернет ресурсы	Автор(ы)	Издат-во и год издания	Количество изданий	
					В библиотечке	На кафедре
1	2	3	4	5	6	7
Основная						
1	ЛК, ПЗ	Устройства СВЧ и антенны. Часть 1. Устройства СВЧ: учебное пособие —	Замотринский В.А., Шангина Л.И.	Т.: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012	6	1
2	ЛК, ПЗ	Устройства СВЧ и антенны. Часть 2. Антенны: учебное пособие	Гошин Г.Г	Т.: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012	6	1
3	ЛК, ПЗ	Антенны и устройства СВЧ. Часть 1. Устройства СВЧ: учебное пособие	Шостак А.С.	Т.: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012	5	1
4	ЛК, ПЗ	Антенны и устройства СВЧ. Часть 2. Устройства СВЧ: учебное пособие	Шостак А.С.	Т.: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012	6	1

				радиоэлектроники, 2012		
5	ЛК,ПЗ	Устройства генерирования и формирования сигналов (радиопередающие устройства): практикум	Вовченко П.С., Дегтярь Г.А.	Н.: Новосибирский государственный технический университет, 2013	5	1
6	ЛК,ПЗ	Устройства СВЧ и антенны. Часть 1. Устройства СВЧ: учебное пособие	Чебышев В.В.	М.: Московский технический университет связи и информатики, 2014	4	1
7	ЛК,ПЗ	Устройства СВЧ и антенны. Часть 2. Устройства СВЧ: учебное пособие	Чебышев В.В.	М.: Московский технический университет связи и информатики, 2014	4	1
8	ЛК,ПЗ	Устройства СВЧ и антенны. Часть 3. Устройства СВЧ: учебное пособие	Чебышев В.В.	М.: Московский технический университет связи и информатики, 2014	4	1
9	ЛК,ПЗ	Устройства СВЧ и антенные системы. Кн.1. Антенные системы локации, навигации и радиосвязи	Гринев А.Ю.	М.: Радиотехника, 2013	4	1
10	ЛК,ПЗ	Устройства СВЧ и антенные системы. Кн.2. Моделирование, проектирование и технологии СВЧ- устройств и ФАР	Гринев А.Ю.	М.: Радиотехника, 2014	4	1
11	ЛК,ПЗ	Устройства СВЧ и антенные системы. Кн.3. Активные и цифровые антенные решетки и их элементы	Гринев А.Ю.	М.: Радиотехника, 2014	5	1
12	ЛК,ПЗ	Антенны и функциональные узлы СВЧ- и КВЧ-	Бабунько С.А.	М.: Радиотехника,	6	1

		диапазонов. Методы расчёта и технология изготовления		2011		
Дополнительная						
13	ЛК, ПЗ	Интегральные устройства радиоэлектроники. Часть 2. Элементы интегральных схем и функциональные устройства: учебное пособие	Романовский М.Н.	Т.: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012 г.	6	1
14	ЛК, ПЗ	Устройства приема и обработки сигналов. Системы управления приемником. Устройства борьбы с помехами: учебное пособие /	Никитин Н.П., Лузин В.И	Е: Уральский федеральный университет, 2014	5	1
15	ЛК, ПЗ	Устройства СВЧ и антенны -	Иларионов Ю.А., Тимофеев Е.П.	Изд-во НГТУ, 2012	4	1
16	Периодические издания: «Антенны» http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=jr3 «Радиотехника и электроника» http://www.maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=radel «Радиотехника» http://radiotec.ru/catalog.php?cat=jr11 «Физика волновых процессов и радиотехнические системы» http://neganov-samara.narod.ru «Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника» http://radio.kpi.ua «Вопросы радиоэлектроники» http://www.instel.ru IEEE «Terahertz Science and Technology» https://www.mtt.org/terahertz					
17	Интернет-ресурсы Цифровая библиотека IEEE Xplore http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=5503871 Научная электронная библиотека http://elibrary.ru Электронно-библиотечная система http://elanbook.com Электронно-библиотечная система http://ibooks.ru					

7.2 Методические указания к практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям аспирант изучает рекомендованную литературу, знакомится с публикациями в периодических изданиях, использует Интернет-ресурсы, и материалы лекций. Качество подготовки к практическим занятиям контролируется преподавателем во время проведения занятий.

7.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

Используются следующие виды самостоятельной работы аспиранта: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах, компьютерных классах с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях.

Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе лекционных занятий.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные монографии, учебники и учебно-методические пособия, периодическую литературу, а также конспекты лекций.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

На факультете радиоэлектроники, телекоммуникаций и мультимедийных технологий ФГБОУ ВО «ДГТУ» имеются аудитории с комплектами оборудования (проекторы, компьютеры, экраны, доступ в Internet через локальную сеть) для проведения лекционных и практических занятий предусмотренных рабочей программой.

**Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины
на 20 ____ / 20 ____ уч.г.**

Внесенные изменения утверждаю

**РЕКОМЕНДОВАНО К
УТВЕРЖДЕНИЮ**

Начальник Отдела аспирантуры и
докторантуры

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и
инновационной деятельности
ФГБОУ ВО «ДГТУ»,

« ____ » _____ 20 ____ г.

« ____ » _____ 20 ____ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1) _____

2) _____

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год.

Ответственный исполнитель: заведующий кафедрой радиотехники, телекоммуникаций и микроэлектроники

« ____ » _____ 20 ____ г. _____

СОГЛАСОВАНО: декан факультета радиоэлектроники, телекоммуникаций и мультимедийных технологий

« ____ » _____ 20 ____ г. _____