

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович  
Должность: И.о. ректора  
Дата подписания: 22.08.2023 06:14:48  
Уникальный идентификатор:  
2a04bb882d7edb7f479cb266eb4aaaedebee849

**Министерство науки и высшего образования РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Дагестанский государственный технический университет»**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Дисциплина СВЧ устройства в инфокоммуникационных технологиях  
наименование дисциплины по ОПОП

для направления 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы  
связи

код и полное наименование направления

по профилю Системы мобильной связи

факультет радиоэлектроники и биотехнических систем  
наименование факультета, где ведется дисциплина

кафедра Биотехнических и медицинских аппаратов и систем.

Форма обучения очная, заочная курс 4 семестр 8.  
очная, очно-заочная, заочная

г. Махачкала 2023

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки специальности **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи** с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению и профилю подготовки **Системы мобильной связи**

Разработчик \_\_\_\_\_ Темиров А.Т., к.ф-м.н.  
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г

**Зав. кафедрой, за которой закреплена дисциплина (модуль)**

\_\_\_\_\_ Темиров А.Т., к.ф-м.н., доцент  
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры Радиотехники, телекоммуникаций и микроэлектроники

от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 года, протокол № \_\_\_\_.

**Зав. выпускающей кафедрой по данному направлению (специальности, профилю)**

\_\_\_\_\_ Темиров А.Т., к.ф-м.н., доцент  
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии направления (специальности) **11.03.02 – ИКТиСС** факультета радиотехники и биотехнических систем

от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 года, протокол № \_\_\_\_.

**Председатель Методической комиссии факультета**

\_\_\_\_\_ Магомедсаидова С.З.  
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 года

Декан факультета \_\_\_\_\_ Кардашова Г.Д.  
подпись ФИО

Начальник УО \_\_\_\_\_ Магомаева Э.В.  
подпись ФИО

Начальник УМУ \_\_\_\_\_ Абдулазизова Т.Т.  
подпись ФИО

## **1. Цели и задачи дисциплины**

### **1.1. Цели дисциплины**

Целью преподавания дисциплины «СВЧ устройства в инфокоммуникационных технологиях» является подготовка бакалавров в области разработки и обеспечения функционирования устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах.

### **1.2. Задачи дисциплины**

- Задачами дисциплины являются изучение:
- основных типов фидерных линий, устройств СВЧ, их параметров и характеристик;
- конструкций элементов фидерного тракта, устройств СВЧ и антенн;
- способов согласования устройств СВЧ и антенн в фидерном тракте;
- описания устройств СВЧ посредством матричного аппарата;
- методов расчёта основных типов антенн.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «СВЧ устройства в инфокоммуникационных технологиях» (Б1.В.ДВ.05.01) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Основы теории цепей, Электродинамика и распространение радиоволн. Последующими дисциплинами являются: САПР микроволновых устройств и антенн, Электромагнитная совместимость радиоэлектронных систем.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;
- ПК-6 готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные методы решения задач анализа и расчёта параметров и характеристик фидерных линий, устройств СВЧ и антенн (ОПК-3);

– **уметь** в соответствии с техническим заданием выполнять расчёт и математическое моделирование устройств СВЧ и антенн с использованием стандартных пакетов прикладных программ (ПК-6);

– **владеть** основными методами расчёта, математического моделирования и экспериментальных исследований параметров и характеристик фидерных линий, устройств СВЧ и антенн (ОПК-3, ПК-6).

## 4. Структура и содержание дисциплины «Устройства СВЧ и антенны»

### 4.1 Содержание дисциплины

№	Тема лекции и вопросы	№ недели	Виды учебной работы (час.)				Формы текущего контроля успеваемости в семестре, форма промежуточной аттестации
			ЛК	ЛБ	ПЗ	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<p><u>Лекция №1</u></p> <p>Тема: Режимы в линии передачи. Круговая диаграмма.</p> <p>1. Особенности радиотехнических цепей СВЧ.</p> <p>2. Классификация и основные характеристики линий передачи.</p> <p>3. Технические и технико-экономические параметры различных линий передачи.</p>	1	2	-	2	6	Контрольная работа 1-ой аттестации
2	<p><u>Лекция №2</u></p> <p>Тема: Согласование нагрузок с линией передачи.</p> <p>1. Неоднородности и нагрузки в линии передачи.</p> <p>2. Согласование нагрузок с линией передачи.</p> <p>3. Влияние согласования нагрузки с линией на эффективность передачи и допустимую мощность.</p>	2	2	4	2	6	
	<p><u>Лекция №3</u></p> <p>Тема: Соединение линий передачи.</p> <p>1. Разъемы и фланцы различных линий.</p> <p>2. Переходы между линиями передачи различных типов.</p> <p>3. Вращающиеся сочленения.</p>	3	1	-	2	6	
3	<p><u>Лекция №4</u></p> <p>Тема: Многополюсники, общая теория.</p> <p>1. Методы исследования многополюсных узлов цепей СВЧ.</p> <p>2. Описание свойств линейных многополюсников с помощью нормированных матриц сопротивлений, проводимостей, рассеяния и передачи.</p>	3-4	2	-	2	6	

4	<p>3. Физический смысл элементов матриц и их экспериментальное определение.</p> <p>4. Свойства матриц различных устройств (взаимных и невзаимных, реактивных, симметричных).</p> <p style="text-align: center;"><u>Лекция №5</u></p> <p>Тема: Конкретные виды многополюсных устройств СВЧ.</p> <p>1. Делители мощности, направленные ответвители СВЧ.</p> <p>2. Условия согласования шестиполюсных делителей мощности.</p> <p>3. Принцип действия, матрицы рассеяния, частотные характеристики балансных восьмиполюсных устройств СВЧ.</p>	4-5	2	4	2	8	Контрольная работа 2-ой аттестации
5	<p style="text-align: center;"><u>Лекция №6</u></p> <p>Тема: Фильтры, резонаторы, коммутирующие, невзаимные СВЧ устройства.</p> <p>1. Фильтры, резонаторы СВЧ.</p> <p>2. Коммутирующие устройства СВЧ.</p> <p>3. Ферритовые устройства СВЧ, вентили, фазовращатели, циркуляторы и др. устройства.</p>	5-6	3	-			
6	<p style="text-align: center;"><u>Лекция №7</u></p> <p>Тема: Физические основы излучения. Элементарные излучатели. Симметричные вибраторы.</p> <p>1. Физические основы излучения.</p> <p>2. Электромагнитное поле излучающих систем в дальней, промежуточной и ближней зонах.</p> <p>3. Математические модели простейших излучателей; электрического, магнитного и щелевого.</p>	7-8	4	4			Контрольная работа 3-ей аттестации
	<p style="text-align: center;"><u>Лекция №8</u></p> <p>Тема: Параметры передающих и приемных антенн.</p> <p>1. Параметры передающих антенн.</p> <p>2. Амплитудная, фазовая поляризационная характеристики направленности.</p> <p>3. Коэффициент направленного действия. КПД.</p> <p>4. Коэффициент усиления.</p> <p style="text-align: center;"><u>Лекция №9</u></p> <p>Тема: Непрерывные и дискретные линейные излучающие системы.</p> <p>1. Линейные излучающие системы.</p> <p>2. Теорема перемножения характеристик направленности.</p>	9	2	-			
		10-11	4				

<p>3. Анализ множителя направленности решетки при её различных возбуждениях.</p> <p>4. Оптимальная длина и оптимальное замедление в режиме осевого излучения антенны.</p> <p style="text-align: center;"><u>Лекция №10</u></p> <p>Тема: Апертурные антенны.</p> <p>1. Теория апертурных антенн.</p> <p>2. Применение принципа эквивалентных поверхностных токов к расчету характеристик излучения антенн.</p> <p>3. Характеристика направленности плоского раскрытия, ее анализ методом эквивалентного линейного излучателя.</p> <p>4. КНД плоского излучателя.</p> <p style="text-align: center;"><u>Лекция №11</u></p> <p>Тема: Фазированные антенные решетки(ФАР).</p> <p>1. Плоские фазированные антенные решетки</p> <p>2. Ограничения на величину сектора сканирования.</p> <p style="text-align: center;"><u>Лекция №12</u></p> <p>Тема: Системы автоматизированного проектирования антенн и устройств.</p> <p>1. Обзор методов анализа и синтеза антенн и устройств СВЧ, программных продуктов для решения задач автоматизированного проектирования антенн и устройств СВЧ.</p> <p style="text-align: center;"><u>Лекция №13</u></p> <p>Тема: Проблемы практического использования антенных устройств.</p> <p>1. Проблема электромагнитной совместимости радиосредств и роль антенных устройств в ее решении.</p>	12-13	4	5			
	14-16	5				
	16-17	2	-			
	17	1	-			

Итого:                      18        36        18        18        36

#### 4.2. Содержание лабораторных занятий.

№	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	1,2	Элементы волноводного тракта и их схемы замещения, узкополосное согласование	4 часа
2.	5	Исследование многополюсных устройств СВЧ	4 часа
3.	7,8	Вибраторные и щелевые антенны	4 часа
4.	10	Зеркальные антенны	6 часов

Итого: 18 час.

#### 4.3. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
1	2	Общая методика расчета СВЧ устройств	1 час.
2	6	Расчет двухканального делителя мощности	2 часа.
3	6	Расчет шлейфового фильтра	2 часа.
4	6	Расчет фазовращателя	2 часа.
5	6	Расчет аттенюатора	2 часа.
6	7	Расчет симметричного вибратора	2 часа.
7	7	Расчет диаграммы направленности системы двух вибраторов	2 часа.
8	8	Расчет параметров передающих и приемных антенн	2 часа.
9	10	Расчет рупорной антенны	2 часа.
Итого: 18 час.			

#### 4.4. Тематика для самостоятельной работы студентов

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Кол-во часов из содержания дисциплины	Рекомендуемая литература и источники информации	Форма контроля СРС
1	4. Нормированное описание режима в любой линии СВЧ.	2	1, 9	Контр. раб.
2	5. Круговая диаграмма нормированных сопротивлений и проводимостей.			
3	4. Постановка задачи узкополосного и широкополосного согласования.	4	4, 7	Контр. раб.
4	5. Примеры согласующих устройств.	4	3, 7	Контр. раб.
5	4. Фильтры типов волн			
	5. Связь различных матриц.	4	3, 7	Контр. раб.
4	6. Алгоритмы объединения многополюсников.	2	4	
5	7. Матрицы простейших четырехполюсников.	4	6, 9	Контр. раб.



6	8. Способы декомпозиции сложных устройств СВЧ на цепочки четырехполюсников.	4	4, 5	Контр.раб.
7		4	1, 6	
8	4. Принципы работы.			Контр.раб.
	5. Конструктивное выполнение.	4	4, 5,	
9	6. Реализация устройств СВЧ на базе сосредоточенных элементов.	4	4, 5,	Контр.раб.
	5. Турникетный излучатель.			
	6. Симметричный вибратор в свободном пространстве.			
	7. Распределение тока и заряда.			
	8. Характеристика направленности.			
	9. Сопротивление излучения.			
	10. Входное сопротивление.			
	11. Система из 2-х вибраторов			
	4. Элементарный источник однонаправленного излучения.			
	5. Особенности параметров приемных антенн.			
	6. Эффективная поверхность и шумовая температура приемной антенны.			
	7. Мощность, выделяемая в нагрузке приемной антенны.			
	5. Особенности излучения непрерывных линейных систем.			
	6. КНД линейной излучающей системы.			
	5. Коэффициент использования поверхности плоского раскрыва.			
	6. Зеркальные антенны.			
	3. Различные схемы питания элементов ФАР.			
	2. Воздействие электромагнитных полей радиодиапазона на окружающую среду и методы защиты от радиоизлучений.			
Итого:		36 час.		

## 5. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Студенты очной формы обучения работают в соответствии с временным режимом, установленным учебным рабочим планом для данных форм обучения. Информация о временном графике работ сообщается преподавателем на установочной лекции. Преподаватель дает указания также по организации самостоятельной работы студентов, срокам выполнения лабораторных работ и проведения тестирования.

Дисциплина «Устройства сверхвысокой частоты и антенны», как указывалось выше, является базовой дисциплиной. В связи с этим, приступая к ее изучению, необходимо восстановить в памяти основные сведения из курса общей физики, математики и указанных выше специальных дисциплин.

Методика и последовательность изучения дисциплины соответствуют перечню содержания разделов дисциплины. Материал каждой темы насыщен математическими соотношениями, физическая интерпретация которых зачастую достаточно сложна, поэтому изучение материала требует серьезной, вдумчивой работы.

Изучать дисциплину рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе учебной дисциплины. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об изучаемых вопросах, а также отметить трудные и неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения, математические зависимости и выводы. Рекомендуется вникать в сущность того или иного вопроса, но не пытаться запомнить отдельные факты и явления. Изучение любого вопроса на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений, способствует наиболее глубокому и прочному усвоению материала. Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки законов и основных понятий, новые незнакомые термины и названия, формулы, уравнения, математические зависимости и их выводы. Целесообразно систематизировать изучаемый материал, проводить обобщения разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Подобная методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала. До тех пор пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к экзамену.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, включая контроль СРС**

### *Входной контроль:*

1. Особенности радиотехнических цепей СВЧ.
2. Классификация и основные характеристики линий передачи.
3. Технические и технико-экономические параметры различных линий передачи.
4. Неоднородности и нагрузки в линии передачи.
5. Согласование нагрузок с линией передачи.
6. Влияние согласования нагрузки с линией на эффективность передачи и допустимую мощность.
7. Разъемы и фланцы различных линий.
8. Переходы между линиями передачи различных типов.
9. Вращающиеся сочленения.
10. Методы исследования многополюсных узлов цепей СВЧ.

### *Контрольные вопросы 1-ой аттестации*

1. Описание свойств линейных многополюсников с помощью нормированных матриц сопротивлений, проводимостей, рассеяния и передачи.
2. Физический смысл элементов матриц и их экспериментальное определение.
3. Свойства матриц различных устройств (взаимных и невзаимных, реактивных, симметричных).
4. Делители мощности, направленные ответвители СВЧ.
5. Условия согласования шестиполусных делителей мощности.
6. Принцип действия, матрицы рассеяния, частотные характеристики балансных восьмиполусных устройств СВЧ.
7. Фильтры, резонаторы СВЧ.
8. Коммутирующие устройства СВЧ.
9. Ферритовые устройства СВЧ, вентили, фазовращатели, циркуляторы и др. устройства.

## 10. Физические основы излучения.

### *Контрольные вопросы 2-ой аттестации*

1. Электромагнитное поле излучающих систем в дальней, промежуточной и ближней зонах.
2. Математические модели простейших излучателей; электрического, магнитного и щелевого.
3. Параметры передающих антенн.
4. Амплитудная, фазовая поляризационная характеристики направленности.
5. Коэффициент направленного действия. КПД.
6. Коэффициент усиления.
7. Линейные излучающие системы.
8. Теорема перемножения характеристик направленности.
9. Анализ множителя направленности решетки при её различных возбуждениях.
10. Оптимальная длина и оптимальное замедление в режиме осевого излучения антенны.

### *Контрольные вопросы 3-ей аттестации*

1. Теория апертурных антенн.
2. Применение принципа эквивалентных поверхностных токов к расчету характеристик излучения антенн.
3. Характеристика направленности плоского раскрыва, ее анализ методом эквивалентного линейного излучателя.
4. КНД плоского излучателя.
5. Плоские фазированные антенные решетки
6. Ограничения на величину сектора сканирования.
7. Обзор методов анализа и синтеза антенн и устройств СВЧ, программных продуктов для решения задач автоматизированного проектирования антенн и устройств СВЧ.

8. Проблема электромагнитной совместимости радиосредств и роль антенных устройств в ее решении.

### **7. Контрольные вопросы для проверки остаточных знаний**

1. Нормированное описание режима в любой линии СВЧ.
2. Круговая диаграмма нормированных сопротивлений и проводимостей.
3. Постановка задачи узкополосного и широкополосного согласования.
4. Примеры согласующих устройств.
5. Фильтры типов волн
6. Связь различных матриц.
7. Алгоритмы объединения многополюсников.
8. Матрицы простейших четырехполюсников.
9. Способы декомпозиции сложных устройств СВЧ на цепочки четырехполюсников.
10. Принципы работы.
11. Конструктивное выполнение.
12. Реализация устройств СВЧ на базе сосредоточенных элементов.
13. Турникетный излучатель.
14. Симметричный вибратор в свободном пространстве.
15. Распределение тока и заряда.
16. Характеристика направленности.
17. Сопротивление излучения.
18. Входное сопротивление.
19. Система из 2-х вибраторов
20. Элементарный источник однонаправленного излучения.
21. Особенности параметров приемных антенн.
22. Эффективная поверхность и шумовая температура приемной антенны.
23. Мощность, выделяемая в нагрузке приемной антенны.
24. Особенности излучения непрерывных линейных систем.
25. КНД линейной излучающей системы.
26. Коэффициент использования поверхности плоского раскрыва.

27. Зеркальные антенны.
28. Различные схемы питания элементов ФАР.
29. Воздействие электромагнитных полей радиодиапазона на окружающую среду и методы защиты от радиоизлучений.

### *Экзаменационные вопросы*

1. Особенности радиотехнических цепей СВЧ.
2. Классификация и основные характеристики линий передачи.
3. Технические и технико-экономические параметры различных линий передачи.
4. Неоднородности и нагрузки в линии передачи.
5. Согласование нагрузок с линией передачи.
6. Влияние согласования нагрузки с линией на эффективность передачи и допустимую мощность.
7. Разъемы и фланцы различных линий.
8. Переходы между линиями передачи различных типов.
9. Вращающиеся сочленения.
10. Методы исследования многополюсных узлов цепей СВЧ.
11. Описание свойств линейных многополюсников с помощью нормированных матриц сопротивлений, проводимостей, рассеяния и передачи.
12. Физический смысл элементов матриц и их экспериментальное определение.
13. Свойства матриц различных устройств (взаимных и невзаимных, реактивных, симметричных).
14. Делители мощности, направленные ответвители СВЧ.
15. Условия согласования шестиполюсных делителей мощности.
16. Принцип действия, матрицы рассеяния, частотные характеристики балансных восьмиполюсных устройств СВЧ.
17. Фильтры, резонаторы СВЧ.
18. Коммутирующие устройства СВЧ.

19. Ферритовые устройства СВЧ, вентили, фазовращатели, циркуляторы и др. устройства.
20. Физические основы излучения.
21. Электромагнитное поле излучающих систем в дальней, промежуточной и ближней зонах.
22. Математические модели простейших излучателей; электрического, магнитного и щелевого.
23. Параметры передающих антенн.
24. Амплитудная, фазовая поляризационная характеристики направленности.
25. Коэффициент направленного действия. КПД.
26. Коэффициент усиления.
27. Линейные излучающие системы.
28. Теорема перемножения характеристик направленности.
29. Анализ множителя направленности решетки при её различных возбуждениях.
30. Оптимальная длина и оптимальное замедление в режиме осевого излучения антенны.
31. Теория апертурных антенн.
32. Применение принципа эквивалентных поверхностных токов к расчету характеристик излучения антенн.
33. Характеристика направленности плоского раскрыва, ее анализ методом эквивалентного линейного излучателя.
34. КНД плоского излучателя.
35. Плоские фазированные антенные решетки
36. Ограничения на величину сектора сканирования.
37. Обзор методов анализа и синтеза антенн и устройств СВЧ, программных продуктов для решения задач автоматизированного проектирования антенн и устройств СВЧ.

38. Проблема электромагнитной совместимости радиосредств и роль антенных устройств в ее решении.
39. Нормированное описание режима в любой линии СВЧ.
40. Круговая диаграмма нормированных сопротивлений и проводимостей.
41. Постановка задачи узкополосного и широкополосного согласования.
42. Примеры согласующих устройств.
43. Фильтры типов волн
44. Связь различных матриц.
45. Алгоритмы объединения многополюсников.
46. Матрицы простейших четырехполюсников.
47. Способы декомпозиции сложных устройств СВЧ на цепочки четырехполюсников.
48. Принципы работы.
49. Конструктивное выполнение.
50. Реализация устройств СВЧ на базе сосредоточенных элементов.
51. Турникетный излучатель.
52. Симметричный вибратор в свободном пространстве.
53. Распределение тока и заряда.
54. Характеристика направленности.
55. Сопротивление излучения.
56. Входное сопротивление.
57. Система из 2-х вибраторов
58. Элементарный источник однонаправленного излучения.
59. Особенности параметров приемных антенн.
60. Эффективная поверхность и шумовая температура приемной антенны.
61. Мощность, выделяемая в нагрузке приемной антенны.
62. Особенности излучения непрерывных линейных систем.
63. КНД линейной излучающей системы.
64. Коэффициент использования поверхности плоского раскрыва.
65. Зеркальные антенны.



## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Зав. библиотекой \_\_\_\_\_

### Рекомендуемая литература и источники информации

№		Комплект необходимой учебной литературы по дисциплинам (наименование учебника)	Автор	Издат. и год издания	Кол-во литературы	
					На каф.	В библи
1	2	3	4	5	6	7
А. Основная литература						
1	Лк., пз, лб, срс,	Устройства СВЧ и антенны	Д.И. Воскресенский, В.Л. Гостюхин, В.М. Максимов, Л.И. Пономарев/Под ред. Воскресенского Д.И. - 3-е изд., доп. и перераб. -	М.:Радиотехника, 2008.	5	20
2	Лк., пз лб, срс,	Техническая электродинамика.	Нефедов Е.И.	М.: Издат. Центр «Академия». 008.	-	1
3	Лк., пзлб, срс,	Антенны. Том 2.	Ротхаммель К., Кришке А.	Пер. с нем. - М.: Данвел, 2007.	-	1
	Лк., пзлб, срс	Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток: Учеб.пособие для вузов по направлению "Радиотехника"	Д.И. Воскресенский, В.И. Степаненко, В.С. Филиппов, Р.А. Грановская; Ред. Д.И. Воскресенский; Под ред. Воскресенского Д.И. - 3-е изд., доп. и перераб. -	М.:Радиотехника, 2003.	-	15
4	Лк., пзсрс	Справочник по расчету и конструированию СВЧ полосковых устройств /	С.И. Бахарев, В.И. Вольман и др., под ред. В.И. Вольмана.-	М.:Радио и связь, 1982 г.	-	4
5		Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Устройства СВЧ и антенны". Часть 1и 2.	Мирзаев З.Н., Гусейнов М.С.	Изд. ДГТУ,- Махачкала, 2014.	100	2

Б. Дополнительная литература

1.	Лк., пз, лб, срс,	Mathcad 14 для студентов и инженеров	Очков В.Ф.	СПб.: БХВ-Петербург, 2009.	-	1
2.	Лк., пз лб, срс,	Моделирование систем. Практикум: учебное пособие для бакалавров /	Б. Я. Советов, С. А. Яковлев;	С.-Петербург. гос. электротехн. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2012	-	1
3.	Лк., пзлб, срс,	Анализ и оптимизация трехмерных СВЧ структур с помощью HFSS. Под редакцией д.т.н., проф. Банкова С.Е.	Банков С.Е., Курушин А.А., Разевиг В.Д.	М.: СОЛОН-Пресс, 2004.	-	1

## **9. Материально – техническое обеспечение дисциплины «Устройства СВЧ и антенны»**

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для презентаций лекций, видеофайлов практических занятий и демонстрационных лабораторных работ.

Проведение лабораторных занятий требует наличия специализированных учебных стендов по заявленной номенклатуре лабораторных работ, оснащённых современной контрольно-измерительной аппаратурой.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом рекомендаций ООП ВО по направлению подготовки 11.03.01.«Радиотехника».

Рецензент от выпускающей кафедры РТиМ по направлению

---

подпись

---

ФИО