

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 2019.09.06  
Уникальный программный ключ:  
5cf0d6f89e80f49a334f6a4ba58e91f3326b9926

**Министерство науки и высшего образования РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Дагестанский государственный технический университет»**

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

Дисциплина Микроволновая техника

наименование дисциплины по ОПОП

для направления (специальности) 11.04.01 Радиотехника

код и полное наименование направления (специальности)

по профилю (специализации, программе) Системы и устройства передачи,  
приема и обработки сигналов,

факультет Магистерской подготовки,

наименование факультета, где ведется дисциплина

кафедра Радиотехники, телекоммуникаций и микроэлектроники.

Форма обучения очная, курс 1 семестр (ы) 1.

очная, очно-заочная, заочная

г. Махачкала 2019

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 11.04.01 Радиотехника с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению и профилю подготовки Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов.

Разработчик \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Гаджиев Х.М., к.т.н., доцент  
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

«05» сентября 2019 г.

Зав. кафедрой, за которой закреплена дисциплина (модуль) \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Гаджиев Х.М., к.т.н., доцент  
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

«05» сентября 2019 г.

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры радиотехники, телекоммуникаций и микроэлектроники от 05.09.2019 года, протокол № 1.

Зав. выпускающей кафедрой по данному направлению (специальности, профилю) \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Гаджиев Х.М., к.т.н., доцент  
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

«05» сентября 2019 г.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии направления (специальности) Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов факультета РТиМТ от 17.09.2019 года, протокол № 1.

/ Председатель Методической комиссии направления (специальности) \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Юнусов С.К., к.т.н., доцент  
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

«17» сентября 2019г.

Декан факультета \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Ашуралиева Р.К.  
подпись ФИО

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

И.о. начальника УМУ \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Гусейнов М.Р.  
подпись ФИО

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины.**

Целями освоения дисциплины (модуля) «Микроволновая техника» является изучение основных типов и разновидностей микроволновой техники, их принципа действия и конструктивных особенностей.

### **Задачами изучения дисциплины являются:**

- получение знаний в области функционирования микроволновой техники, существующих характеристик и параметров;
- умение проектировать элементы микроволновой техники.

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

Дисциплина «Микроволновая техника» относится к Блоку М1 Дисциплины (модули), к части, формируемой участниками образовательных отношений программы магистратуры.

Изучение дисциплины базируется на системе знаний и умений полученных обучающимися при прохождении дисциплин «Прием и обработка радиосигналов» «Антенны и распространение радиоволн».

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

В результате освоения дисциплины «Микроволновая техника» студент должен овладеть следующими компетенциями:

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Наименование показателя оценивания (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)</b>
ПК-8	Способен проектировать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы с учетом заданных требований	ПК-8.1. Знать: - принципы подготовки технических заданий на современные радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы ПК-8.2. Уметь: - разрабатывать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы ПК-8.3. Владеть: - навыками разработки технологии монтажа и сборки радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов
ПК-9	Способен разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	ПК-9.1. Знать: - нормативные требования к разработке проектно-конструкторской документации ПК-9.2. Уметь: - использовать стандарты и нормативные требования при разработке документации ПК-9.3. Владеть: - навыками выпуска документации для организации серийного выпуска изделий

#### 4. Объем и содержание дисциплины (модуля)

<b>Форма обучения</b>	<b>очная</b>	<b>очно-заочная</b>	<b>заочная</b>
<i>Общая трудоемкость по дисциплине (ЗЕТ/ в часах)</i>	<i>4/144</i>	-	-
<i>Семестр</i>	<i>1</i>	-	-
<i>Лекции, час</i>	<i>17</i>	-	-
<i>Практические занятия, час</i>	-	-	-
<i>Лабораторные занятия, час</i>	<i>17</i>	-	-
<i>Самостоятельная работа, час</i>	<i>74</i>	-	-
<i>Курсовой проект (работа), РГР, семестр</i>	-	-	-
<i>Зачет (при заочной форме <b>4 часа</b> отводится на контроль)</i>	-	-	-
<i>Часы на экзамен (при очной, очно-заочной формах <b>1 ЗЕТ – 36 часов</b>, при заочной форме <b>9 часов</b> отводится на контроль)</i>	<b>1 ЗЕТ – 36 часов</b>	-	-

#### 4.1.Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Раздел дисциплины, тема лекции и вопросы	Очная форма				Очно-заочная форма				Заочная форма			
		ЛК	ПЗ	ЛБ	СР	ЛК	ПЗ	ЛБ	СР	ЛК	ПЗ	ЛБ	СР
1	Раздел №1: Тема «Микроволновый прибор как элемент схемы» 1. Требования к микроволновым приборам. 2. Классификация микроволновых приборов. 3. Основные функциональные узлы электронных приборов 4. Параметры и характеристики микроволновых приборов.	2	-	1	8	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Раздел №2: Тема «Электровакуумные микроволновые приборы. Приборы с квазистатическим управлением» 1. Общая характеристика приборов с квазистатическим управлением и их параметры. 2. Входная проводимость монотрона и диода. 3. Режимы работы электронных ламп. 4. Схемы включения усилительных приборов. 5. Влияние индуктивности катодного ввода. 6. Влияние объемного заряда и тока смещения в пространстве катод — сетка. 7. Движение электронов в пространстве сетка — анод. 8. Современные тетроды средней и большой мощности. 9. Приборы микроволновой вакуумной микроэлектроники.	2	-	4	8	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Раздел №3: Тема «Микроволновые приборы типа О» 1. Общая характеристика приборов типа О. 2. Клистроны. 3. Лампы с бегущей волной типа О. 4. Лампы обратной волны. 5. Гибридные приборы типа О.	2	-	4	9	-	-	-	-	-	-	-	-

4	<p>Раздел №4: Тема «Электронные приборы типа М»</p> <p>1. Общая характеристика приборов типа М.</p> <p>2. Взаимодействие электронов с высокочастотным полем в приборах типа М.</p> <p>3. Приборы типа М с незамкнутым электронным потоком.</p> <p>4. Приборы типа М с замкнутым электронным потоком.</p>	2	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-
5	<p>Раздел №5: Тема «Гирорезонансные приборы»</p> <p>1. Принцип действия гирорезонансных приборов.</p> <p>2. Взаимодействие электронного потока с высокочастотным электрическим полем.</p> <p>3. Гиротрон.</p> <p>4. Гироклистроны.</p> <p>5. Гиро-ЛБВ.</p> <p>6. Гиро-ЛОВ.</p>	2	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-
6	<p>Раздел №6: Тема «Релятивистские микроволновые приборы»</p> <p>1. Общая характеристика релятивистских приборов.</p> <p>2. Классические релятивистские приборы.</p> <p>3. Лазеры на свободных электронах.</p> <p>4. Виркаторы.</p> <p>5. Гироконы и магныконы.</p>	2	-	4	8	-	-	-	-	-	-	-	-
7	<p>Раздел №7: Тема «Основные функциональные элементы микроволновых полупроводниковых приборов. Диоды с положительным динамическим сопротивлением»</p> <p>1. Полупроводниковые материалы для микроволновой техники.</p> <p>2. Функциональные элементы МПП. Классификация МПП.</p> <p>3. Детекторные диоды.</p> <p>4. Смесительные диоды.</p> <p>5. p-i-n-диоды.</p> <p>6. Варакторный диод.</p>	2	-	4	8	-	-	-	-	-	-	-	-

8	<p>Раздел №8: Тема «Диоды с отрицательным динамическим сопротивлением»</p> <p>1. Общая характеристика диодов с отрицательным динамическим сопротивлением.</p> <p>2. Анализ динамического сопротивления полупроводникового образца.</p> <p>3. Способы получения переменного конвекционного тока в диодных структурах.</p> <p>4. Лавинно-пролетные диоды.</p> <p>5. Инжекционно-пролетный диод.</p> <p>6. Приборы с междолинным переносом электронов.</p> <p>7. Туннельный диод.</p>	2	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
9	<p>Раздел №9: Тема «Микроволновые транзисторы»</p> <p>1. Полевые транзисторы.</p> <p>2. Биполярные транзисторы в микроволновом диапазоне.</p> <p>3. Особенности применения транзисторов в микроволновом диапазоне.</p> <p>4. Применение транзисторов в гибридных и монолитных ИС микроволнового диапазона.</p>	1	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-
<p>Форма текущего контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре)</p>		<p>Входная конт.работа 1 аттестация 1-3 тема 2 аттестация 4-5 тема 3 аттестация 6-7 тема</p>											
<p>Форма промежуточной аттестации (по семестрам)</p>		<p>Экзамен</p>				<p>Зачет/ зачет с оценкой/ экзамен</p>				<p>Зачет/ зачет с оценкой/ экзамен</p>			
<p><b>Итого</b></p>		17	-	17	74	-	-	-	-	-	-	-	-



#### 4.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование лабораторного занятия	Количество часов			Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
			Очно	Очно-заочно	Заочно	
1	2	3	4	5	6	7
1.	1	Введение.	1	-	-	1,2,3,4
2.	2	Исследование схем включения усилительных приборов	4	-	-	1,2,3,4
3.	3	Исследование характеристик микроволновых приборов типа О	4	-	-	1,2,3,4
4.	6	Исследование характеристик лазера на свободных электронах	4	-	-	1,2,3,4
5.	7	Исследование характеристик р-і-п-диодов.	4	-	-	1,2,3,4
ИТОГО			17	-	-	

#### 4.3. 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
		Очно	Очно-заочно	Заочно		
1	2	6	4	5	6	7
1.	Физические основы микроволновой электроники	8	-	-	1,2,3,4	Устный опрос
2.	Приборы микроволновой вакуумной электроники	8	-	-	1,2,3,4	Устный опрос
3.	Гибридные приборы типа О	9	-	-	1,2,3,4	Устный опрос
4.	Приборы типа М с замкнутым электронным потоком	9	-	-	1,2,3,4	Устный опрос
5.	Гиро-ЛБВ, гиро-ЛОВ	9	-	-	1,2,3,4	Устный опрос
6.	Гироконы и магныконы	8	-	-	1,2,3,4	Устный опрос
7.	Элементы зонной теории твердого тела. Соотношения Мэнли — Роу	8	-	-	1,2,3,4	Устный опрос
8.	Резонансный туннельный диод	8	-	-	1,2,3,4	Устный опрос
9.	Применение транзисторов в гибридных и монокристаллических ИС микроволнового диапазона	7	-	-	1,2,3,4	Устный опрос
ИТОГО		74	-	-		

## **5. Образовательные технологии**

5.1. При чтении лекционного материала используются современные технологии проведения занятий, основанные на использовании проектора, обеспечивающего наглядное представление методического и лекционного материала. При составлении лекционного материала используется пакет прикладных программ презентаций MS PowerPoint. Использование данной технологии обеспечивает наглядность излагаемого материала, экономит время, затрачиваемое преподавателем на построение графиков, рисунков.

5.2. В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки при реализации компетентного подхода предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

### **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Оценочные средства для контроля входных знаний, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Микроволновая техника» приведены в приложении А (Фонде оценочных средств) к данной рабочей программе.

***Фонд оценочных средств является обязательным разделом РПД (разрабатывается как приложение к рабочей программе дисциплины).***

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**  
Рекомендуемая литература и источники информации (основная и дополнительная)

№ 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	
					6	7
1	2	3	4	5	6	7
<b>Основная</b>						
1	лк, лб	Микроволновая электроника : учебник — ISBN 978-5-8114-1967-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/74674">https://e.lanbook.com/book/74674</a>	А. Д. Григорьев, В. А. Иванов, С. И. Молоковский	Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 496 с.	-	-
2	лк, лб	Микроволновые приборы и устройства : учебное пособие — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/13945.html">https://www.iprbookshop.ru/13945.html</a>	Ж. М. Соколова	Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2009. — 272 с.	-	-
<b>Дополнительная</b>						
3	лк, лб	Электродинамика и микроволновая техника : учебник — 2-е изд.— ISBN 978-5-8114-0706-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/118">https://e.lanbook.com/book/118</a>	А. Д. Григорьев	Санкт-Петербург : Лань, 2007. — 704 с.	-	-
4	лк, лб	Автоматизированное	Н. Э. Унру	Новосибирск	-	-

		<p>проектирование  микроволновых  устройств : учебное  пособие — ISBN 978-  5-7782-3324-9. —  Текст :  электронный //  Электронно-  библиотечная система  IPR BOOKS : [сайт].  — URL:  <a href="https://www.iprbookshop.ru/91173.html">https://www.iprbooksh  op.ru/91173.html</a></p>		<p>к :  Новосибирс  кий  государстве  нный  технически  й  университе  т, 2017. —  92 с.</p>		
--	--	--	--	--	--	--

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Микроволновая техника» включает:

- библиотечный фонд (учебная, учебно-методическая, справочная литература, научная и деловая периодика);
- компьютеризированные рабочие места для обучаемых с доступом в сеть Интернет;
- аудитории, оборудованные проекционной техникой.
- генератор сигналов низкочастотный ГЗ-109 – 2 шт.;
- анализатор спектра П.Ч. С4-27 – 1 шт.;
- генератор УТЦ-100 – 1 шт.;
- формирователь радиосигнала ФР1-3 – 1 шт.;
- осциллограф С1-117 – 1 шт.;
- мультивольтметр ВЗ-42 – 1 шт.;
- измеритель коэффициента АМ вычислительный СК2-24;
- измеритель модуляции вычислительный СК3-45 – 2 шт.;
- анализатор логический тридцатидвухканальный 831 – 2 шт.;
- измеритель частоты и времени – 2 шт.;
- анализатор сигнатурный 817 - 1 шт.;
- генератор сигналов низкочастотный ГЗ-118 – 2 шт.;
- генератор импульсов Г5-89 – 1 шт.;
- источник питания постоянного тока 65-47 – 4 шт.;
- осциллограф С1-117 – 4 шт.
- вольтметр ВКЗ-61 А – 1 шт.;
- генератор испытательных импульсов И1-17 – 1 шт.;
- усилитель высокочастотный широко-полосный УЗ-29 – 1 шт.;
- частотомер электронно – счётный ЧЗ -54 – 1 шт.;
- генератор сигналов низкочастотный ГЗ-123 – 1.

### **Специальные условия инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ)**

Специальные условия обучения и направления работы с инвалидами и лицами с ОВЗ определены на основании:

- Федерального закона от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федерального закона от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации»;
- приказа Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- методических рекомендаций по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утвержденных Минобрнауки России 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Под специальными условиями для получения образования обучающихся с ОВЗ понимаются условия обучения, воспитания и развития, включающие в себя использование при необходимости адаптированных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего необходимую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в

здания ДГТУ и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение ОПОП обучающихся с ОВЗ.

Обучение в рамках учебной дисциплины обучающихся с ОВЗ осуществляется ДГТУ с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение по учебной дисциплине обучающихся с ОВЗ может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

В целях доступности обучения по дисциплине обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта ДГТУ в сети «Интернет» для слабовидящих;

- весь необходимый для изучения материал, согласно учебному плану (в том числе, для обучающихся по индивидуальным учебным планам) предоставляется в электронном виде на диске.

- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- обеспечение возможности выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию ДГТУ.

2) для лиц с ОВЗ по слуху:

- наличие микрофонов и звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования (аудиоколонки);

3) для лиц с ОВЗ, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и других приспособлений).

Перед началом обучения могут проводиться консультативные занятия, позволяющие студентам с ОВЗ адаптироваться к учебному процессу.

В процессе ведения учебной дисциплины научно-педагогическим работникам рекомендуется использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи обучающимся с ОВЗ в установлении полноценных межличностных отношений с другими обучающимися, создании комфортного психологического климата в учебной группе.

Особенности проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине для обучающихся с ОВЗ устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и др.). При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене

## Лист изменений и дополнений к рабочей программе

Дополнения и изменения в рабочей программе на 2020/2021 учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. Внесение изменений и дополнений на данный учебный год нецелесообразно.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехники, телекоммуникаций и микроэлектроники от 29.06.2020 года, протокол №10.

Заведующий кафедрой РТиМ \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Гаджиев Х.М., к.т.н., доцент  
(название кафедры) (подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

**Согласовано:**

Декан факультета МП \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Ашуралиева Р.К., к.ф.н.  
(подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

Председатель МС факультета РТиМТ \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Юнусов С.К., к.т.н., доцент  
(подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)



## Лист изменений и дополнений к рабочей программе

Дополнения и изменения в рабочей программе на 2021/2022 учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. Внесение изменений и дополнений на данный учебный год нецелесообразно.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехники, телекоммуникаций и микроэлектроники от 30.06.2021 года, протокол №11.

Заведующий кафедрой РТиМ \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Гаджиев Х.М., к.т.н., доцент  
(название кафедры) (подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

**Согласовано:**

Декан факультета МП \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Ашуралиева Р.К., к.ф.н.  
(подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

Председатель МС факультета РТиМТ \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Магомедсаидова С.З.  
(подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

Дополнения и изменения в рабочей программе на 2022/2023 учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. Внесение изменений и дополнений на данный учебный год нецелесообразно.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехники, телекоммуникаций и микроэлектроники от 30.06.2021 года, протокол №11.

Заведующий кафедрой РТиМ \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Гаджиев Х.М., к.т.н., доцент  
(название кафедры) (подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

**Согласовано:**

Декан факультета МП \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Ашуралиева Р.К., к.ф.н.  
(подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

Председатель МС факультета РТиМТ \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Магомедсаидова С.З.  
(подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)