

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Е.А. Хагуров

подпись

« 25 »

2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Б1.В.05 Основы теории СВЧ

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки/специальность

11.03.01 Радиотехника

*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

Направленность (профиль) / специализация

Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

*(наименование направленности (профиля) / специализации)*

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация \_\_\_\_\_ бакалавр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины Б1.В.05 «Основы теории СВЧ» с оставлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника.

Программу составил(и):

К.С. Коротков, доктор. физ.-тех. наук,  
профессор кафедры оптоэлектроники



подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.05 «Основы теории СВЧ» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 9 от 10 апреля 2023 г.

Заведующий кафедрой оптоэлектроники  
д-р техн. наук, профессор Н.А. Яковенко



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 10 от 20 апреля 2023 г.

Председатель УМК ФТФ  
д-р физ.-мат. наук, профессор Н.М. Богатов



подпись

Рецензенты:

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «КубГУ»

Шевченко А.В., канд. физ.-мат. наук, ведущий специалист ООО «Южная аналитическая компания»

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины (модуля) «Основы теории СВЧ» является подготовка студентов в области разработки и обеспечения функционирования устройств СВЧ в радиотехнических системах.

### Задачами изучения дисциплины являются:

- изучение элементов и устройства волноводного тракта, невзаимных и управляющих устройств СВЧ;
- получение основных знаний по расчету и топологии СВЧ цепей;
- формирование навыков применения математического аппарата анализа цепей СВЧ.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы теории СВЧ» относится к Блоку 1 Дисциплины (модули), к вариативной части, формируемой участниками образовательных отношений программы специалитета.

Изучение дисциплины базируется на системе знаний и умений полученных обучающимися при прохождении дисциплины «Математика», «Радиотехнические цепи и сигналы» и «Антенны распространение радиоволн»

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

В результате освоения дисциплины «Основы теории СВЧ» студент должен овладеть следующими компетенциями:

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименование показателя оценивания (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ПК-6	Способен решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ	ПК-6.1. Знать: - методы оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности.  ПК-6.2. Уметь: - применять современный математический аппарат для решения задачи оптимизации.  ПК-6.3. Владеть: - методами оптимизации проектируемых радиоэлектронных систем и комплексов.

#### 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>5/180</i>	-	-
<i>Семестр</i>	<i>8</i>	-	-
<i>Лекции, час</i>	<i>34</i>	-	-
<i>Практические занятия, час</i>	-	-	-
<i>Лабораторные занятия, час</i>	<i>34</i>	-	-
<i>Самостоятельная работа, час</i>	<i>76</i>	-	-
<i>Курсовой проект (работа), РГР, семестр</i>	-	-	-
<i>Зачет (при заочной форме 4 часа отводится на контроль)</i>	<b><i>Зачет</i></b>	-	-
<i>Часы на экзамен (при очной, очно-заочной формах 1 ЗЕТ – 36 часов, при заочной форме 9 часов отводится на контроль)</i>	<b><i>1 ЗЕТ – 36 часов</i></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 «Свойства направляющих волн» 1. Определение направляющих систем. 2. Связь между поперечными и продольными составляющими векторов ЭМП. 3. Условия распространения ЭМВ. 4. Свойства и параметры электрических, магнитных и поперечных электромагнитных волн. 5. Скорость распространения энергии и групповая скорость.	2	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Раздел №2: Тема «Направляющие системы» 1. Прямоугольный волновод. 2. Волноводы круглого сечения. 3. Коаксиальные линии передачи. 4. Полосковые линии передачи. 5. Диэлектрические волноводы	2	-	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Раздел №3: Тема «Объемные резонаторы» 1. Общие свойства. 2. Прямоугольный резонатор. 3. Цилиндрический резонатор.	2	-	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Раздел №4: Тема «Объемные резонаторы» 1. Коаксиальные резонаторы. 2. Резонаторы неволноводного типа. 3. Возбуждение волноводов и объемных резонаторов	2	-	8	5	-	-	-	-	-	-	-	-

5	<p>Раздел №6: Тема «Линии передачи конечной длины»</p> <p>1. Основные характеристики.</p> <p>2. Зависимости коэффициента отражения и его фазы в линиях передачи.</p> <p>3. Полное сопротивление линии передач.</p> <p>4. Диаграмма полных сопротивлений.</p>	2	-	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-
6	<p>Раздел №7: Тема «Согласование линии передачи с нагрузкой»</p> <p>1. Физический смысл согласования и основные параметры.</p> <p>2. Общие принципы согласования нагрузки с линией передачи.</p> <p>3. Узкополосное согласование.</p> <p>4. Широкополосное согласование.</p>	2	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
7	<p>Раздел №7: Тема «Матричный анализ многополюсников СВЧ»</p> <p>1. Классические матрицы многополюсников.</p> <p>2. Волновые матрицы многополюсников.</p> <p>3. Нормированные напряжения, токи и матрицы.</p> <p>4. Зависимость элементов матрицы от положения входов.</p> <p>5. Свойства многополюсников и их матриц.</p>	2	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
8	<p>Раздел №8: Тема «Матричный анализ многополюсников СВЧ»</p> <p>1. Двух и четырехполюсники СВЧ.</p> <p>2. Шестиполюсники СВЧ.</p> <p>3. Восьмиполюсники СВЧ.</p> <p>4. Определение матрицы рассеяния сложных устройств СВЧ</p>	2	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-

9	<p>Раздел №9: Тема «Матричный анализ многополюсников СВЧ»</p> <p>1. Свойства взаимности, недиссипативности и симметрии многополюсников СВЧ.</p> <p>2. Отличительные особенности и свойства матричного описания взаимных, недиссипативности и симметричных многополюсников СВЧ.</p> <p>3. Методы упрощенного анализа матрицы рассеяния симметричных многополюсников.</p>	2	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
10	<p>Раздел №10: Тема «Методы анализа устройств СВЧ»</p> <p>1. Методы анализа устройств СВЧ.</p> <p>2. Принцип декомпозиции в анализе устройств СВЧ.</p> <p>3. Анализ четырехполюсников и двухполюсников каскадной структуры с помощью матриц передачи.</p> <p>4. Условия взаимности, недиссипативности и симметрии в четырехполюсниках СВЧ.</p> <p>5. Элементарные четырехполюсники СВЧ.</p>				5								
11	<p>Раздел №11: Тема «Направленные ответвители СВЧ»</p> <p>1. Направленные ответвители СВЧ, делители мощности.</p> <p>2. Направленный ответвитель как согласованный по всем портам реактивный восьмиполюсник.</p> <p>3. Типы направленных ответвителей.</p>				4								
12	<p>Раздел №12: Тема «Направленные ответвители СВЧ»</p> <p>1. Делитель мощности как реактивный шестиполюсник.</p> <p>2. Методики расчёта направленных ответвителей и делителей мощности с произвольным коэффициентом деления.</p> <p>3. Ограничения, накладываемые на коэффициент деления.</p>				5								
13	<p>Раздел №13: Тема «Синтез цепей СВЧ»</p> <p>1. Синтез фильтрующих и согласующих цепей СВЧ.</p> <p>2. Проектирование фильтров СВЧ на базе фильтра прототипа низких частот.</p> <p>3. Синтез частотных характеристик фильтра прототипа.</p>	2			5								

14	Раздел №14: Тема «Синтез цепей СВЧ» 1. Преобразование фильтра прототипа низких частот в полосно-пропускающий, полосно-заграждающей и фильтр верхних частот.	2			5								
15	Раздел №15: Тема «Синтез цепей СВЧ» 1. Переход от прототипа к СВЧ фильтрам на распределенных элементах. 2. Разбор примеров и отличительных особенностей наиболее распространенных физических реализаций полосно-пропускающих фильтров СВЧ.	2			5								
16	Раздел №16: Тема «Синтез цепей СВЧ» 1. Синтез и проектирование согласующих цепей СВЧ с применением цепей замещения Фоно.	2			4								
17	Раздел №17: Тема «Компьютерные средства для компьютерного моделирования СВЧ» 1. Программные средства для компьютерного моделирования СВЧ. 2. Основные тенденции развития техники СВЧ.	2			4								
Форма текущего контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре)		Входная конт.работа 1 аттестация 1-3 тема 2 аттестация 4-5 тема 3 аттестация 6-7 тема											
Форма промежуточной аттестации (по семестрам)		Зачет/экзамен				Зачет/ зачет с оценкой/ экзамен				Зачет/ зачет с оценкой/ экзамен			
<b>Итого</b>		34	-	34	76	-	-	-	-	-	-	-	-

#### 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.	2	-	-	1,2,3,4,5,6
2.	2	Исследование фильтров нижних и верхних частот	8	-	-	1,2,3,4,5,6
3.	3	Исследование делителя мощности	8	-	-	1,2,3,4,5,6
4.	4	Исследование линии задержки	8	-	-	1,2,3,4,5,6
5.	5	Исследование секций проходного волноводного дискретного фазовращателя	8	-	-	1,2,3,4,5,6
ИТОГО			34	-	-	

### 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.	Мощность, переносимая электромагнитными волнами по линии передачи. Предельная и допустимая мощности. потери и затухание в линиях передачи.	8	-	-	1,2,3,4,5,6	Устный опрос
2.	Направленный ответвитель на основе связанных ЛП	9	-	-	1,2,3,4,5,6	Устный опрос
3.	Поле коаксиального и прямоугольного резонаторов	9	-	-	1,2,3,4,5,6	Устный опрос
4.	Эквивалентные параметры отрезков ЛП, используемых в качестве резонаторов	9	-	-	1,2,3,4,5,6	Устный опрос
5.	Связанные линии передачи	8	-	-	1,2,3,4,5,6	Устный опрос
6.	Широкополосное согласование	9	-	-	1,2,3,4,5,6	Устный опрос
7.	Свойства многополюсников и их матриц	8	-	-	1,2,3,4,5,6	Устный опрос
8.	Определение матрицы рассеяния сложных устройств СВЧ	8	-	-	1,2,3,4,5,6	Устный опрос
9.	Изучение программных средств для компьютерного моделирования	8	-	-	1,2,3,4,5,6	Устный опрос
ИТОГО		76	-	-		

## 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 «Основы теории СВЧ» приведены в

приложении А (Фонд оценочных средств) является частью рабочей программы. 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	
					В библиотеке	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Основная</b>						
1	лк, лб	Устройства СВЧ и антенны : учебник - ISBN 978-5-7638-3107-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/64594">https://e.lanbook.com/book/64594</a>	А. А. Филонов, А. Н. Фомин, Д. Д. Дмитриев, В. Н. Тяпкин	Красноярск: СФУ, 2014. — 492 с.	-	-
2	лк, лб	Устройства СВЧ и антенны. Часть 1. Устройства СВЧ : учебное пособие — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/13996.html">https://www.iprbookshop.ru/13996.html</a>	В. А. Замотринский, Л. И. Шангина	Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 222 с.	-	-
3	лк, лб	Антенны и распространение радиоволн : учебное пособие — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/54782.html">https://www.iprbookshop.ru/54782.html</a>	Л. К. Андрусевич, А. А. Ищук, К. А. Лайко	Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2010. — 422 с.	-	-
<b>Дополнительная</b>						

4	лк, лб	<p>Антенны и устройства СВЧ.          Часть 1. Устройства СВЧ : учебное пособие — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/14003.html">https://www.iprbookshop.ru/14003.html</a></p>	А. С. Шостак	<p>Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 125 с.</p>	-	-
5	лк, лб	<p>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: <a href="https://www.iprbookshop.ru/65981.html">https://www.iprbookshop.ru/65981.html</a></p>	<p>Ю. Е. Мительман, Р. Р. Абдуллин, С. Г. Сычугов, С. Н. Шабунин ; под редакцией Ю. Е. Мительман</p>	<p>Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 140 с.</p>	-	-
6	лк, лб	<p>Антенны и устройства СВЧ: Учеб. для радиотехнич. спец. вузов</p>	Д.М.Сазонов	<p>М.: Высш. шк., 1988г. — 432с.</p>	300	-

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Основы теории СВЧ» 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 ВК3-61 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.