

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

---

Учебно-научный институт радиоэлектроники и информационных технологий  
(ИРИТ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_ Мякинников А.В.

“20” июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.1.2 Интегральная СВЧ схемотехника**

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.01 Радиотехника

Направленность: Радиоэлектронные системы

Форма обучения: очная, заочная

Год начала подготовки: 2023

Выпускающая кафедра: ИРС

Кафедра-разработчик: ФТОС

Объем дисциплины: 108 часов / 3 зач. ед.

Промежуточная аттестация: зачет

Разработчик (и): Бабунько С.А., к.т.н., доцент

Раевская Ю.В., к.т.н., доцент

**Нижний Новгород**  
**2023 г.**

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19.09.2017 г. № 931 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 18.05.2023 г. № 21.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «ФТОС» протокол от 01.06.2023 г. № 35.

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор, Раевский А.С. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИРИТ, протокол от 20.06.2023 г. № 6.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.03.01-Р-44.  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ Н.И. Кабанина  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>7</b>
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	7
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ....	9
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>27</b>
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>30</b>
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА.....	30
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	31
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	31
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>31</b>
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	31
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	32
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....</b>	<b>32</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>33</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>33</b>
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	33
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА...	34
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ.....	35
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ.....	35
10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	35
10.6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ.....	36
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>36</b>
11.1. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	36
11.2. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	36
<b>12. ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>39</b>

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целью освоения дисциплины являются** формирование необходимых компетенций для сбора и анализа исходных данных, расчета различных пассивных и активных микроволновых устройств СВЧ с учетом современных тенденций их микроминиатюризации, математического моделирования в современных САПР, а так же овладение навыками проведения измерений параметров микроволновых устройств СВЧ.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):**

- изучение теоретических основ схемотехники в СВЧ диапазоне;
- ознакомление с современными тенденциями в сфере миниатюризации СВЧ-устройств;
- овладение навыками расчета различных СВЧ-устройств и работы с измерительной аппаратурой в СВЧ-диапазоне.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина (модуль) «Интегральная СВЧ схемотехника» включена в перечень, вариативной части дисциплин (формируемой участниками образовательных отношений) по выбору (запросу студентов), направленный на углубление уровня освоения компетенций. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП

Курс «Интегральная СВЧ схемотехника» базируется на курсах «Схемотехника», «Электродинамика и распространение радиоволн», «Устройства генерирования и формирования сигналов», «Устройства приема и обработки сигналов». Для изучения курса «Микроволновые устройства СВЧ» студент должен обладать знаниями в области схемотехники низких частот и знаниями физических законов электричества и магнетизма, знать об особенностях распространения электромагнитных волн в различных средах, а также о принципах работы, параметрах и характеристиках пассивных и активных радиокомпонентов.

Навыки, полученные при изучении данной дисциплины, необходимы при выполнении расчетной части выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Интегральная СВЧ схемотехника» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**3.1.** Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей собственной профессиональной компетенции в соответствии с ОПОП ВО по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника:

ПКС-1 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, осуществлять тестирование радиоэлектронной аппаратуры с использованием современной измерительной техники.

Формирование указанной компетенции размещено в таблице 1.

Таблица 1- Формирование компетенции дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ПКС-1</b>								
<i>Электродинамика и распространение радиоволн. Дополнительные главы</i>								
<i>Направляющие и колебательные системы СВЧ</i>								
<i>Основы компьютерного проектирования РЭС</i>								
<i>Статистическая теория радиотехнических систем</i>								
<i>Радиоавтоматика</i>								
<i>Функциональное моделирование</i>								
<i>Оптические устройства в радиотехнике</i>								
<i>Радиотехнические системы</i>								
<i>Устройства СВЧ и антенны</i>								
<i>Основы техники радиоприема</i>								
<i>Радиопередающие устройства</i>								
<i>Цифровая обработка сигналов</i>								
<i>Микроэлектронные устройства СВЧ</i>								
<b><i>Интегральная СВЧ схемотехника</i></b>								
<i>Телевидение и видеотехника</i>								
<i>Цифровая аудио- и видеотехника</i>								
<i>Лабораторный практикум по проектированию интегрированных модулей цифровой обработки сигналов</i>								

### 3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-1. Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, осуществлять тестирование радиоэлектронной аппаратуры с использованием современной измерительной техники	ИПКС-1.1. Строит физические и математические модели узлов и блоков радиотехнических устройств и систем	<b>Знать:</b> принципы и особенности составления схем основных функциональных микросхем СВЧ, способы построения и принципы работы современных активных элементов СВЧ	<b>Уметь:</b> строить различные пассивные и активные устройства, использовать специальную литературу для расчета этих устройств.	<b>Владеть:</b> основными методами построения различных функциональных микросхем СВЧ устройств, а также методами их микроминиатюризации	Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам. Отчеты по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-1.2. Выполняет математическое моделирование объектов и процессов, осуществляет тестирование аппаратного и программного обеспечения радиоэлектронной аппаратуры	<b>Знать:</b> методы построения и функционирования, основные принципы схемотехники активных и пассивных микросхем СВЧ	<b>Уметь:</b> обращаться с современными вычислительными средами для моделирования физических процессов и микросхем СВЧ	<b>Владеть:</b> навыками проведения расчетов параметров микросхем СВЧ при помощи современных систем автоматизированного проектирования	Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам. Отчеты по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: билеты

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. 108 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

##### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в часах	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам 8 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	очная	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>52</b>	<b>52</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
занятия лекционного типа (Л)	24	24
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	12	12
лабораторные работы (ЛР)	12	12
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе:</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине		
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	4	4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС), в том числе:</b>	<b>56</b>	<b>56</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	56	56
Подготовка к зачету (контроль)		

##### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в часах	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам 10 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	очная	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>23</b>	<b>23</b>
<b>1.3. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
занятия лекционного типа (Л)	10	10
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	--	--
лабораторные работы (ЛР)	8	8
<b>1.4. Внеаудиторная, в том числе:</b>		
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине		

контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	5	5
<b>2. Самостоятельная работа (СРС), в том числе:</b>	<b>81</b>	<b>81</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	20	20
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	61	61
Подготовка к зачету (контроль)	4	4

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для очной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
<b>8 семестр</b>								
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2	<b>Раздел 1. Применение ПЛ в микросхемотехнике СВЧ и КВЧ диапазонов</b>						Диагностический безоценочный контроль, блиц-опрос, работа с обобщающими таблицами, логическими схемами, слайд показ, корректировка понимания нового знания	Конспект лекций
	<b>Тема 1.1.</b> Основные закономерности и направления микроминиатюризации СВЧ устройств	1			2	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.2.2]		
	<b>Тема 1.2.</b> МПЛ и ее основные характеристики. Виды ПЛ	2			4	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.2.2]		
	<b>Тема 1.3.</b> Построение различных устройств на МПЛ	1			2	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.2.2]		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 1 раздела</b>				8			
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>4</b>			<b>8</b>			
ПКС-1 ИПКС-1.1	<b>Раздел 2. Цепи согласования и пассивные устройства на отрезках ПЛ</b>						Диагностический безоценочный	Конспект лекций

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
ИПКС-1.2	<b>Тема 2.1.</b> Общие закономерности трансформации сопротивлений ПЛ	1			3	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.2.2]	контроль, блиц-опрос, работа с обобщающими таблицами, логическими схемами, слайд показ, корректировка понимания нового знания	
	<b>Тема 2.2.</b> Цепи согласования на коротких отрезках МПЛ и на отрезках связанных МПЛ	1			3	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.2.2]		
	<b>Тема 2.3.</b> Построение различных устройств на МПЛ	2			4	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.2.1, 6.2.2]		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 2 раздела</b>				10			
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>4</b>			<b>10</b>			
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2	<b>Раздел 3. Твердотельные резонаторы СВЧ диапазона</b>					Диагностический безоценочный контроль, блиц-опрос, работа с обобщающими таблицами, логическими схемами, слайд показ, корректировка	Конспект лекций	
	<b>Тема 3.1.</b> Ферромагнитный резонанс в неограниченной среде, его основные характеристики. Устройства на ФР				2			Самостоятельное изучение темы [6.1.1, 6.1.2]

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов			
	<b>Тема 3.2.</b> Устройства на магнитостатических волнах				2	Самостоятельное изучение темы [6.1.1, 6.1.2]	понимания нового знания	
	<b>Тема 3.3.</b> Диэлектрические резонаторы (ДР) СВЧ. Принцип работы и основы расчета							
	<b>Практическое занятие 1.</b> Диэлектрические резонаторы (ДР) СВЧ. Принцип работы и основы расчета			4	2	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1, 6.1.2]		
	<b>Тема 3.4.</b> Автогенераторы с ДР и ферритовой перестройкой частоты				2	Самостоятельное изучение темы [6.1.1, 6.1.2, 6.1.3]		
	<b>Лабораторная работа № 3</b> Исследование СВЧ автогенератора, стабилизированного диэлектрическим резонатором		4		2	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.2.3]		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 3 раздела</b>				10			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов			
	<b>Итого по 3 разделу</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>			
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2	<b>Раздел 4. Устройства на поверхностных акустических волнах (ПАВ)</b>						Диагностический безоценочный контроль, блиц-опрос, работа с обобщающими таблицами, логическими схемами, слайд показ, корректировка понимания нового знания	Конспект лекций
	<b>Тема 4.1. Принципы действия радиокомпонентов на ПАВ. Элементы конструкции</b>							
	<b>Практическое занятие 2. Принципы действия радиокомпонентов на ПАВ. Элементы конструкции</b>			4	4	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1, 6.1.2, 6.2.2]		
	<b>Тема 4.2. Устройства на ПАВ</b>				4	Самостоятельное изучение темы [6.1.1, 6.1.2, 6.2.2]		
	<b>Лабораторная работа №2 Исследование устройств на ПАВ</b>		4		2	Подготовка к лабораторным работам [6.1.2, 6.2.3]		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 4 раздела</b>				10			
	<b>Итого по 4 разделу</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов			
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2	<b>Раздел 5. Транзисторные усилители СВЧ</b>						Диагностический безоценочный контроль, блиц-опрос, работа с обобщающими таблицами, логическими схемами, слайд показ, корректировка понимания нового знания	Конспект лекций
	<b>Тема 5.1.</b> Принципы построения схем СВЧ транзисторных усилителей. Расчет СВЧ транзисторного усилителя	4				Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.1.2, 6.2.1]		
	<b>Практическое занятие 3.</b> Принципы построения схем СВЧ транзисторных усилителей. Расчет СВЧ транзисторного усилителя			4	4	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1, 6.1.2, 6.2.2]		
	<b>Тема 5.2.</b> Широкодиапазонные СВЧ транзисторные усилители	4			4	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.1.2, 6.2.1]		
	<b>Лабораторная работа №1</b> Исследование СВЧ транзисторных усилителей		4		4	Подготовка к лабораторным работам [6.1.2, 6.2.3]		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 5 раздела</b>				12			
<b>Итого по 5 разделу</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>12</b>				
ПКС-1	<b>Раздел 6. Автогенераторы СВЧ диапазона</b>						Диагностический	Конспект

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
ИПКС-1.1 ИПКС-1.2	<b>Тема 6.1.</b> Транзисторные и диодные автогенераторы СВЧ. Схемы, принципы построения, основы расчета	4			3	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.2.2]	контроль, работа со структурными схемами, слайд показ	лекций
	<b>Тема 6.2.</b> Стабилизация частоты СВЧ автогенераторов	4			3	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.2.1]		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 6 раздела</b>				6			
	<b>Итого по 6 разделу</b>	<b>8</b>			<b>6</b>			
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>56</b>			
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>56</b>			

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для заочной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
<b>6 семестр</b>								
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2	<b>Раздел 1. Применение ПЛ в микросхемотехнике СВЧ и КВЧ диапазонов</b>						Диагностический безоценочный контроль, блиц-опрос, работа с обобщающими таблицами, логическими схемами, слайд показ, корректировка понимания нового знания	Конспект лекций
	<b>Тема 1.1.</b> Основные закономерности и направления микроминиатюризации СВЧ устройств	0,5			1	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.2.2]		
	<b>Тема 1.2.</b> МПЛ и ее основные характеристики. Виды ПЛ	1			4	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.2.2]		
	<b>Тема 1.3.</b> Построение различных устройств на МПЛ	1			4	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.2.2]		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 1 раздела</b>				9			
	<b>Контрольная работа</b>				10	Выполнение контрольной работы [6.3.5]		
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>2,5</b>			<b>19</b>			
ПКС-1	<b>Раздел 2. Цепи согласования и пассивные</b>						Диагностический	Конспект

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
ИПКС-1.1 ИПКС-1.2	<b>устройства на отрезках ПЛ</b>						безоценочный контроль, блиц-опрос, работа с обобщающими таблицами, логическими схемами, слайд показ, корректировка понимания нового знания	лекций
	<b>Тема 2.1.</b> Общие закономерности трансформации сопротивлений ПЛ	1			2	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.2.2]		
	<b>Тема 2.2.</b> Цепи согласования на коротких отрезках МПЛ и на отрезках связанных МПЛ	1			3	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.2.2]		
	<b>Тема 2.3.</b> Построение различных устройств на МПЛ	1,5			4	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.2.1, 6.2.2]		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 2 раздела</b>				9			
	<b>Контрольная работа</b>				10	Выполнение контрольной работы [6.3.5]		
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>2,5</b>			<b>19</b>			
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2	<b>Раздел 3. Твердотельные резонаторы СВЧ диапазона</b>						Диагностический безоценочный контроль, блиц-опрос, работа с обобщающими	Конспект лекций
	<b>Тема 3.1.</b> Ферромагнитный резонанс в				3	Самостоятельное изучение темы [6.1.1, 6.1.2]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов			
	неограниченной среде, его основные характеристики. Устройства на ФР						таблицами, логическими схемами, слайд показ, корректировка	
	<b>Тема 3.2.</b> Устройства на магнитостатических волнах				4	Самостоятельное изучение темы [6.1.1, 6.1.2]	понимания нового знания	
	<b>Тема 3.3.</b> Диэлектрические резонаторы (ДР) СВЧ. Принцип работы и основы расчета				4	Самостоятельное изучение темы [6.1.1, 6.1.2]		
	<b>Тема 3.4.</b> Автогенераторы с ДР и ферритовой перестройкой частоты				4	Самостоятельное изучение темы [6.1.1, 6.1.2, 6.1.3]		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 3 раздела</b>				15			
	<b>Контрольная работа</b>							
	<b>Итого по 3 разделу</b>	--	<b>5</b>	--	<b>15</b>			
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2	<b>Раздел 4. Устройства на поверхностных акустических волнах (ПАВ)</b>						Диагностический безоценочный контроль, блиц-опрос, работа с	Конспект лекций
	<b>Тема 4.1.</b> Принципы действия				2			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов			
	радиокомпонентов на ПАВ. Элементы конструкции						обобщающими таблицами, логическими схемами,	
	<b>Тема 4.2.</b> Устройства на ПАВ				4	Самостоятельное изучение темы [6.1.1, 6.1.2, 6.2.2]		
	<b>Лабораторная работа №2</b> Исследование устройств на ПАВ		4		4	Подготовка к лабораторным работам [6.1.2, 6.2.3]		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 4 раздела</b>				10			
	<b>Контрольная работа</b>							
	<b>Итого по 4 разделу</b>	--	<b>4</b>	--	<b>10</b>			
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2	<b>Раздел 5. Транзисторные усилители СВЧ</b>						Диагностический безоценочный контроль, блиц-опрос, работа с обобщающими таблицами,	Конспект лекций
	<b>Тема 5.1.</b> Принципы построения схем СВЧ транзисторных усилителей. Расчет СВЧ транзисторного усилителя	1,25			2	Подготовка к лекционным и практическим занятиям [6.1.1, 6.1.2, 6.2.1]		
	<b>Тема 5.2.</b> Широкодиапазонные СВЧ транзисторные	1,25			4	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.1.2, 6.2.1]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов			
	усилители							
	<b>Лабораторная работа №1</b> Исследование СВЧ транзисторных усилителей		4		4	Подготовка к лабораторным работам [6.1.2, 6.2.3]		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 5 раздела</b>				10			
	<b>Контрольная работа</b>							
	<b>Итого по 5 разделу</b>	<b>2,5</b>	<b>4</b>	<b>--</b>	<b>10</b>			
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2	<b>Раздел 6. Автогенераторы СВЧ диапазона</b>						Диагностический контроль, работа со структурными схемами, слайд показ	Конспект лекций
	<b>Тема 6.1.</b> Транзисторные и диодные автогенераторы СВЧ. Схемы, принципы построения, основы расчета	1,25			4	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.2.2]		
	<b>Тема 6.2.</b> Стабилизация частоты СВЧ автогенераторов	1,25			4	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.2.1]		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 6 раздела</b>				8			
	<b>Контрольная работа</b>							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель ная работа студентов			
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия				
	<b>Итого по 6 разделу</b>	<b>2,5</b>			<b>8</b>			
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>--</b>	<b>81</b>			
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>--</b>	<b>81</b>			

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам лабораторных работ и лекционных занятий.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на зачет в конце 8 семестра. Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Физика и техника оптической связи».

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле и оценка выполнения лабораторных работ приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле и оценка выполнения лабораторных работ

<b>Шкала оценивания (% правильных ответов)</b>	<b>Промежуточный зачет с оценкой</b>	<b>Зачет</b>
От 90 до 100	Отлично	зачет
От 75 до 89	Хорошо	
От 60 до 74	Удовлетворительно	
Менее 60	Неудовлетворительно	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по системе «зачтено»/«не зачтено», в четырехбалльной системе оценка «зачтено» соответствует оценкам «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно», «не зачтено» – оценке «неудовлетворительно».

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, осуществлять тестирование радиоэлектронной аппаратуры с использованием современной измерительной техники	ИПКС-1.1. Строит физические и математические модели узлов и блоков радиотехнических устройств и систем	Не знает фундаментальные основы и принципы построения схем основных функциональных микроэлектронных устройств СВЧ, принципы работы и технологию производства современных активных и пассивных элементов СВЧ. Не умеет строить различные пассивные и активные устройства, использовать специальную литературу для расчета этих устройств. Не владеет основными методами построения различных функциональных микроэлектронных СВЧ	Может сформулировать фундаментальные основы и принципы построения схем основных функциональных микроэлектронных устройств СВЧ, допуская ошибки. Слабо знаком с технологией производства современных активных и пассивных элементов СВЧ. Рисует схемы различных пассивных и активных устройств с ошибками, может использовать специальную литературу для расчета этих устройств. Слабо владеет основными методами построения	Может сформулировать фундаментальные основы и принципы построения схем основных функциональных микроэлектронных устройств СВЧ, допуская небольшие неточности. Хорошо знаком с технологией производства современных активных и пассивных элементов СВЧ. Умеет с небольшими ошибками строить различные пассивные и активные устройства, использовать специальную литературу для расчета этих устройств. Владеет основными методами построения различных функциональных	Твердо знает принципы и особенности составления схем основных функциональных микроэлектронных устройств СВЧ, способы построения и принципы работы современных активных элементов СВЧ, технологию их производства. Умеет строить различные пассивные и активные устройства, использовать специальную литературу для расчета этих устройств. Владеет основными методами построения различных

		устройств, а также методами их микроминиатюризации	различных функциональных микрoэлектронных СВЧ устройств, а также методами их микроминиатюризации	микрoэлектронных СВЧ устройств, а также методами их микроминиатюризации, иногда needing в подсказках	функциональных микрoэлектронных СВЧ устройств, а также методами их микроминиатюризации
	ИПКС-1.2. Выполняет математическое моделирование объектов и процессов, осуществляет тестирование аппаратного и программного обеспечения радиоэлектронной аппаратуры	Не знает методы построения и функционирования, основные принципы схемотехники активных и пассивных микрoэлектронных устройств СВЧ. Умеет обращаться с современными вычислительными средами для моделирования физических процессов и микрoэлектронных устройств СВЧ. Владеет навыками проведения расчетов параметров микрoэлектронных устройств СВЧ при помощи современных систем автоматизированного проектирования.	Не твердо знает методы построения и функционирования, основные принципы схемотехники активных и пассивных микрoэлектронных устройств СВЧ. Допускает ошибки в обращении с современными вычислительными средами для моделирования физических процессов и микрoэлектронных устройств СВЧ. Слабо владеет навыками проведения расчетов параметров микрoэлектронных устройств СВЧ при помощи современных систем автоматизированного проектирования.	Знает методы построения и функционирования, основные принципы схемотехники активных и пассивных микрoэлектронных устройств СВЧ. Умеет обращаться с современными вычислительными средами для моделирования физических процессов и микрoэлектронных устройств СВЧ, иногда needing в подсказках преподавателя. Испытывает небольшие затруднения в проведении расчетов параметров микрoэлектронных устройств СВЧ при помощи современных систем автоматизированного проектирования.	Твердо знает методы построения и функционирования, основные принципы схемотехники активных и пассивных микрoэлектронных устройств СВЧ. Умеет обращаться с современными вычислительными средами для моделирования физических процессов и микрoэлектронных устройств СВЧ. Владеет навыками проведения расчетов параметров микрoэлектронных устройств СВЧ при помощи современных систем автоматизированного проектирования.

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

№ п/п	Авторы	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.1.1.	Белов Ю.Г., Кашин А.В., Раевская Ю.В., Седаков А.Ю.	Микроэлектронные устройства СВЧ	Н. Новгород: НГТУ, 2019	Учебное пособие ISBN 987-5-502-01234-8 рекомендовано уч. советом НГТУ м-ва образования РФ	14
6.1.2.	Бабуныко С.А., Белов Ю.Г., Раевская Ю.В.	Интегральная СВЧ схемотехника	Н. Новгород: НГТУ, 2017	Учебное пособие ISBN 987-5-502-00951-5 рекомендовано уч. советом НГТУ м-ва образования РФ	36
6.1.3.	Бабуныко С.А., Белов Ю.Г.	Радиопередающие устройства. Ч.2	Н. Новгород: НГТУ, 2014	Учебное пособие рекомендовано уч. советом НГТУ м-ва образования РФ	30

## 6.2. Справочно-библиографическая литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.2.1.	Нефедов Е.И.	Устройства СВЧ и антенны	М.: Изд. Дом «Академия», 2009 г.	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	30
6.2.2.	Данилов В.С.	Микроэлектроника СВЧ	Новосибирск: НГТУ, 2007 г.	Учебное пособие, рекомендовано УМО вузов РФ.	3
6.2.3.	Данилин А.А.	Измерения в технике СВЧ	М. : Радио-техника, 2008	Учебное пособие	8

## 6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Интегральная СВЧ схемотехника» находятся на кафедре «ФТОС».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Интегральная СВЧ схемотехника».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Интегральная СВЧ схемотехника».

6.3.3. Методические рекомендации по организации лабораторных занятий и выполнению лабораторных работ по дисциплине «Интегральная СВЧ схемотехника».

6.3.4. Методические указания по организации и планированию практических занятий по дисциплине «Интегральная СВЧ схемотехника».

6.3.5. Методические указания по выполнению контрольной работы (для студентов заочного отделения).

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>
3. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.

- 4 Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
- 5 Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
- 6 Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа :<http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
- 7 Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
- 8 Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.
- 9 Финансово-экономические показатели Российской Федерации [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.minfin.ru/ru/statistics/> – Загл. с экрана.

## 7.2. Перечень программного обеспечения информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям инвалидов по здоровью, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>.

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 1217 - 11 компьютеров, ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

Для проведения лекционных демонстраций имеется демонстрационный кабинет 5307 рядом с лекционной аудиторией 5303, оснащённый приборами, макетами, различными установками.

Лабораторные работы проводятся в 1 корпусе в лаборатории 1219, оснащённой необходимым измерительным оборудованием:

- макеты лабораторных работ;
- панорамный измеритель АЧХ и КСВ Р2-59;
- прибор для исследования АЧХ Х1-48;
- частотомер ЧЗ-34 (с блоком ПЧ);
- мост термисторный Я2М-64 с головкой М5-89;
- частотомер ЧЗ-46.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Интегральная СВЧ схемотехника», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ФТОС» и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или

вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях, практических и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется лично-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях, практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме устной проверки полученных знаний с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## 10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4) . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки

обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

### **10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения задач;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

### **10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в разделе 9). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

## **10.6. Методические указания для выполнения контрольных работ**

Контрольная работа по дисциплине «Интегральная СВЧ схемотехника» выполняется студентами заочного отделения в 6 семестре. Содержание задания для выполнения контрольной работы и варианты заданий приведены в методических указаниях по выполнению контрольных работ.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ФТОС».

## **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится комплексная оценка знаний, включающая:

- проведение периодических опросов по лекционному материалу;
- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам;
- зачет.

### **11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ**

Контрольные вопросы для лабораторных работ приведены в учебно-методических пособиях по проведению лабораторных работ.

### **11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации**

#### **11.2.1. Теоретические вопросы для промежуточной аттестации**

1. Основные закономерности и направления микроминиатюризации СВЧ устройств.
2. Применение полосковых линий (ПЛ) в микросхемотехнике СВЧ и КВЧ диапазонов.
3. МПЛ и ее основные характеристики.
4. Щелевая и копланарная ПЛ.
5. Связанные ПЛ.
6. ПЛ КВЧ диапазона.
7. Общие закономерности трансформации сопротивлений ПЛ.
8. Реактивные шлейфы.
9. Согласование с использованием двух отрезков ПЛ.
10. Цепи согласования на коротких отрезках МПЛ (построение L, C, R - элементов на МПЛ).
11. Цепи согласования на отрезках связанных МПЛ.
12. Мостовые устройства и направленные ответвители на МПЛ.
13. Ферромагнитный резонанс в неограниченной среде, его основные характеристики.
14. Ферритовые резонаторы (ФР).
15. Построение фильтров и ограничителей мощности.
16. Способы связи ФР с линиями передачи; расчет связи.
17. Устройства на магнитостатических волнах.
18. Диэлектрические резонаторы (ДР) СВЧ. Расчет резонансной частоты и добротности цилиндрического ДР.
19. Расчет связи ДР с МПЛ.
20. Дисковые ДР с азимутальными колебаниями высокого порядка.
21. Принципы действия радиокомпонентов на ПАВ.
22. Устройства возбуждения и приема.

23. Фильтры и резонаторы на ПАВ.
24. Автогенераторы на ПАВ.
25. Принципы построения схем СВЧ транзисторных усилителей.
26. Расчет СВЧ транзисторного усилителя на основе бесструктурной модели транзистора СВЧ транзисторных усилителей.
27. Методы коррекции амплитудно-частотной характеристики.
28. Усилители бегущей волны.
29. СВЧ усилители балансного типа транзисторных автогенераторов СВЧ.
30. Схемы и общие принципы построения транзисторных СВЧ автогенераторов.
31. Расчет транзисторного автогенератора СВЧ на основе бесструктурной модели транзистора.
32. Стабилизация частоты СВЧ автогенераторов.
33. Автогенераторы с ДР и ферритовой перестройкой частоты.
34. Метод рефлектометра.
35. Панорамные измерители КСВ.
36. Поляризационные измерители полных сопротивлений.
37. Резонансные частотомеры.
38. Применение гетеродинных методов для расширения диапазона работы электронно-счетных частотомеров.

#### **11.2.2. Схемотехнические задания для промежуточной аттестации**

1. Изобразить конструкцию щелевой ПЛ. Перечислить преимущества и недостатки конструкции.
2. Изобразить конструкцию копланарной ПЛ. Перечислить преимущества и недостатки конструкции.
3. Изобразить конструкции волноводно-полосковой и волноводно-щелевой ПЛ. Перечислить преимущества и недостатки конструкций.
4. Изобразить схему и рисунок полосковой платы многозвенного ФНЧ на МПЛ.
5. Изобразить схему и рисунок полосковой платы полосового фильтра на связанных МПЛ.
6. Изобразить конструкцию направленного ответвителя на связанных МПЛ. Объяснить принцип его работы.
7. Изобразить конструкцию копланарной линии задержки на МСВ. Объяснить принцип работы.
8. Изобразить конструкцию двухполостного резонатора на прямой объемной МСВ.
9. Изобразить конструкцию шумоподавителя на МСВ. Объяснить принцип работы.
4. Изобразить конструкцию фильтра-ответвителя на поверхностной МСВ.
10. Изобразить конструкцию ППФ на основе ФР в прямоугольном волноводе с диафрагмой.
11. Изобразить конструкцию ППФ на основе ФР в скрещенных линиях передачи.
12. Изобразить конструкцию ППФ на основе ФР с витковыми элементами связи.
13. Изобразить конструкцию ПЗФ на основе ФР в прямоугольном волноводе.
14. Изобразить конструкцию ПЗФ на основе ФР в волноводно-щелевой линии.
15. Изобразить конструкцию ПАВ-фильтра с прямоугольной формой АЧХ.
16. Изобразить конструкцию ПАВ-резонатора.
17. Построить схему и изобразить конструкцию автогенератора с одноходовым ПАВ-резонатором.
18. Построить структурную схему автогенератора на основе ПАВ-резонатора с двумя преобразователями.
19. Изобразить конструкцию автогенератора на ПАВ-линии задержки.
20. Изобразить схему и рисунок полосковой платы СВЧ транзисторного усилителя и пояснить принцип его работы.

21. Изобразить схему и рисунок полосковой платы СВЧ транзисторного усилителя с коллекторной цепью согласования на связанных МПЛ и пояснить принцип его работы.
22. Изобразить схему и рисунок полосковой платы балансного СВЧ транзисторного усилителя с направленными ответвителями на связанных МПЛ и пояснить принцип его работы.
23. Изобразить схему и рисунок полосковой платы широкополосного СВЧ транзисторного усилителя с диссипативной выравнивающей цепью (в цепи базы) и двухступенчатым трансформатором (в цепи коллектора) и пояснить принцип его работы.
24. Изобразить схему и рисунок полосковой платы балансного СВЧ транзисторного усилителя с двухшлейфными направленными ответвителями и пояснить принцип его работы.
25. Изобразить схему усилителя бегущей волны (усилителя с регулируемым усилением). Показать, каково оптимальное число каскадов для данного усилителя.
26. Построить схему транзисторного автогенератора СВЧ на элементах с сосредоточенными постоянными и объяснить принцип ее работы.
27. Построить схему транзисторного автогенератора СВЧ на полосковых линиях с варикапами и объяснить принцип ее работы.
28. Построить схему и изобразить конструкцию транзисторного автогенератора СВЧ, стабилизированного ДР. Пояснить принцип стабилизации частоты автогенератора.
29. Построить схему и изобразить конструкцию транзисторного автогенератора СВЧ, стабилизированного коаксиальным резонатором. Пояснить принцип стабилизации частоты автогенератора.
30. Построить схему и изобразить конструкцию транзисторного автогенератора СВЧ, стабилизированного цилиндрическим резонатором. Пояснить принцип стабилизации частоты автогенератора.

Полный фонд оценочных средств по дисциплине «Микроэлектронные устройства СВЧ» находится на кафедре «ФТОС».

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института ИЯЭиТФ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**  
« \_\_\_\_\_ »  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров

Направление: {шифр – название} \_\_\_\_\_

Направленность: \_\_\_\_\_

Форма обучения \_\_\_\_\_

Год начала подготовки: \_\_\_\_\_

Курс \_\_\_\_\_

Семестр \_\_\_\_\_

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20\_\_ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1) .....

2) .....

3) .....

Разработчик (и): \_\_\_\_\_  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

« \_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ФТОС

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой ИРС \_\_\_\_\_ « \_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ « \_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.