

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

---

---

Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической  
физики им. академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института:  
\_\_\_\_\_ Хробостов А.Е.

“10” июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.5 Автоматизированные измерения на СВЧ**

для подготовки магистров

Направление подготовки: 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность: Антенны и устройства СВЧ в инфокоммуникациях

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2021

Выпускающая кафедра: ФТОС

Кафедра-разработчик: ФТОС

Объем дисциплины: 72/2  
часов/з.е

Промежуточная аттестация: зачет

Разработчик: Грачев В.А., к.т.н., доцент

Нижний Новгород

2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 22 сентября 2017 г. № 958 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 17.12.2020 г. № 7.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «ФТОС», протокол от 31 мая 2021 г. № 25.

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

Программа рекомендована к утверждению советом ИЯЭиТФ, протокол от 10 июня 2021 г. № 3.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.04.02-а-14.  
Начальник МО \_\_\_\_\_

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

## Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ .....	3
<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>9</b>
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	9
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ .....	10
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>15</b>
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>19</b>
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА .....	19
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	19
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	20
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>20</b>
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	20
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	21
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>21</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>22</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>22</b>
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	22
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа .....	23
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах .....	23
10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	24
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>24</b>
11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ .....	24
11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета .....	25

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Целью освоения дисциплины является** формирование необходимых компетенций в сфере использования современных автоматизированных средств измерений: дать студентам знания по физическим основам, принципам действия, конструкции и эксплуатации современных измерительных приборов СВЧ диапазона.

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

- изучение основных особенностей, принципов и методов измерений в СВЧ диапазоне;
- изучение принципов действия, конструкции и метрологических характеристик измерительных приборов СВЧ диапазона;
- овладение основами проведения физического эксперимента в условиях современной СВЧ лаборатории.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Автоматизированные измерения на СВЧ» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Основы теории цепей» (Б1.Б.14), «Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях» (Б1.Б.16), «Передающие устройства СВЧ-диапазона» (Б1.В.ОД.20), «Антенные» (Б1.В.ДВ.2.1) и «Техника СВЧ» (Б1.В.ДВ.2.2) в объёме программы бакалавриата.

Дисциплина «Автоматизированные измерения на СВЧ» является основополагающей для прохождения следующих видов практик: Научно-исследовательская работа (Б2.П.1), Научно-исследовательская работа (Б2.П.2), Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (Б2.У.1), Преддипломная практика (Б2.П.3).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

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

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих профессиональных компетенций в соответствии с ОПОП ВО по направлению 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»:

ПКС-2 Способен к проведению аналитических и экспериментальных работ для диагностики и оценки состояния радиоэлектронных и инфокоммуникационных систем с использованием необходимых методов, средств и измерительных приборов;

ПКС-4 Способен применять в работе знание функциональных схем работы оборудования, владеть методами и способами поиска и устранения неисправностей на обслуживаемом оборудовании, линиях передачи, трактах и каналах, обеспечивать безопасность при выполнении работ.

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины			
	1	2	3	4
<b>ПКС-2</b>				
<i>Научно-исследовательская работа</i>				
<i>Микроэлектронные устройства СВЧ</i>				
<i>Автоматизированные измерения на СВЧ</i>				
<i>Научно-исследовательская работа</i>				
<i>Современные антенные устройства</i>				
<i>Математические методы прикладной электродинамики</i>				
<i>Выполнение и защита ВКР</i>				
<b>ПКС-4</b>				
<i>Автоматизированные измерения на СВЧ</i>				
<i>Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)</i>				
<i>Преддипломная практика</i>				
<i>Выполнение и защита ВКР</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-2. Способен к проведению аналитических и экспериментальных работ для диагностики и оценки состояния радиоэлектронных и инфокоммуникационных систем с использованием необходимых методов, средств и измерительных приборов	ИПКС-2.1. Проводит аналитические и экспериментальные работы для диагностики и оценки состояния радиоэлектронных и инфокоммуникационных систем.		<b>Уметь:</b> - осуществлять контроль правильности функционирования и метрологических характеристик средств измерений	<b>Владеть:</b> - навыками проведения измерений параметров СВЧ устройств и антенн с помощью современных автоматизированных измерительных комплексов	Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-2.2. Применяет в работе знания о методах и средствах проведения измерений, назначений и принципов действия измерительных приборов.	<b>Знать:</b> - физические принципы построения измерительных СВЧ устройств и систем; - основные методы измерения на СВЧ; - основные технические характеристики измерительных СВЧ приборов.	<b>Уметь:</b> - использовать в практической деятельности методики измерения и поверки с применением современных измерительных СВЧ приборов		Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-2.3. Осуществляет обработку данных по результатам измерений.		<b>Уметь:</b> - использовать современную вычислительную базу для обработки результатов физического эксперимента; - проводить оценку точности результатов	<b>Владеть:</b> - навыками обработки результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ	Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-2.4. Использует правила техники безопасности при проведении измерений.	<b>Знать:</b> - основные правила техники безопасности при проведении			Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты

		измерений параметров СВЧ устройств с помощью современной контрольно-измерительной аппаратуры				
ПКС-4. Способен применять в работе знание функциональных схем работы оборудования, владеть методами и способами поиска и устранения неисправностей на обслуживаемом оборудовании, линиях передачи, трактах и каналах, обеспечивать безопасность при выполнении работ	ПКС-4.1. Применяет в работе знание функциональных схем работы оборудования.	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы и особенности построения современных автоматизированных измерительно-вычислительных комплексов СВЧ диапазона;</li> <li>- требования и рекомендации государственных стандартов по разработке и составлению технической документации по организации и проведению измерений основных характеристик пассивных и активных СВЧ устройств с помощью современных автоматизированных комплексов</li> </ul>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пользоваться прописанными в эксплуатационной документации на измерительный комплекс методиками измерений параметров радиосигналов и радиоустройств микроволнового диапазона, а также оформлять результаты проведенных измерений в виде актов и проколов</li> </ul>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами разработки и составления структурных и функциональных схемы измерительных приборов и систем для определения параметров пассивных и активных СВЧ устройств</li> </ul>	Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ПКС-4.2. Владеет методами и способами поиска и устранения неисправностей на обслуживаемом оборудовании, линиях передачи, трактах и каналах.		<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять контроль работы измерительной системы и отдельно взятых измерительных приборов в соответствии с требованиями нормативно-технической документации;</li> <li>- в случае ненадлежа-</li> </ul>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами проведения точных и особо точных измерения для определения действительных значений контролируемых параметров</li> </ul>	Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты

			щего функционирования измерительного комплекса или отдельного измерительного устройства, входящего в него, осуществлять поиск и устранение неисправностей в соответствии с предписанными документацией по техническому обслуживанию методами			
	ПКС-4.3. Обеспечивает безопасность при выполнении работ.	<b>Знать:</b> - нормативную документацию по технике безопасности при работе с измерительными приборами и устройствами микроволнового диапазона		<b>Владеть:</b> - методами планирования и организации проведения СВЧ измерений	Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего	В т.ч. по семестрам	
		1 сем	2 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	очная		
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>72</b>	<b>72</b>	
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	
занятия лекционного типа (Л)			
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	17	17	
лабораторные работы (ЛР)	17	17	
<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	4	4	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	
реферат/эссе (подготовка)			
расчёто-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.)	34	34	
Подготовка к зачету (контроль)			

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; 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 (час)							
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия								
<b>1 семестр</b>												
ПКС-2: ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3 ИПКС-2.4 ПКС-4: ИПКС-4.1 ИПКС-4.2 ИПКС-4.3	<b>Раздел 1. Особенности измерений параметров микроволновых устройств</b>								<p>1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль;</p> <p>2. Разноуровневые качественные, расчетные задания;</p> <p>3. Блиц-опрос.</p> <p>При изучении нового материала-слайд показ. Это создает единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. В ходе объяснения и закрепления</p>			
	Тема 1.1. Общие методы измерения параметров рассеяния СВЧ устройств. Классификация средств измерения в диапазоне СВЧ											
	Практическое занятие 1. Матрица рассеяния и ее свойства. Методы измерения параметров рассеяния СВЧ устройств			1,0		Подготовка к семинарам [6.1.1], [6.1.2]						
	Тема 1.2. Измерительный тракт СВЧ											
	Практическое занятие 2. Понятие об измерительном тракте СВЧ. Основные типы измерительных трактов.			1,0		Подготовка к семинарам [6.1.1], [6.1.2]						
	Практическое занятие 3. Стандартные элементы измерительных трактов.			2,0		Подготовка к семинарам [6.1.1], [6.1.2]						
	Практическое занятие 4. Измерительный тракт для многополосных микроволновых устройств			1,0		Подготовка к семинарам [6.1.1], [6.1.2]						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; 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 (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
	<b>Лабораторная работа 1.</b> Исследование характеристик щелевой антенны		5,0			Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], работам [6.2.1], [6.2.2]					
	<b>Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:</b> реферат, эссе (тема)				8,0						
	<b>расчёто-графическая работа (РГР)</b>										
	<b>контрольная работа</b>										
	<b>Итого по 1 разделу</b>	--	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>8,00</b>						
ПКС-2: ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3 ИПКС-2.4 ПКС-4: ИПКС-4.1 ИПКС-4.2 ИПКС-4.3	<b>Раздел 2. Измерение параметров микроволновых устройств методом разделения волн</b>					1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные задания; 3. Блиц-опрос. При изучении нового материала-слайд показ. Это создает единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам.					
	<b>Тема 2.1.</b> Метод разделения волн.										
	<b>Практическое занятие 5.</b> Направленные ответвители и мосты, применяемые в измерениях методом разделения волн. Погрешности за счет неидеальностей измерительного тракта и его калибровка			2,0							
	<b>Тема 2.2.</b> Скалярный анализатор цепей СВЧ.										
	<b>Практическое занятие 6.</b> Обобщенная структурная схема скалярных анализаторов цепей СВЧ (панорамных приборов для измерения КСВ и ослабления).			1,0							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; 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 (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
	<b>Тема 2.3.</b> Векторный анализатор цепей СВЧ.										
	<b>Практическое занятие 7.</b> Обобщенная структурная схема векторных анализаторов цепей СВЧ (панорамных приборов для измерения комплексных коэффициентов матрицы рассеяния).			2,0		Подготовка к семинарам [6.1.1], [6.1.2]	Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.				
	<b>Лабораторная работа 2.</b> Исследование характеристик СВЧ узлов с помощью векторного анализатора цепей		6,0			Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], работам [6.2.1], [6.2.2]					
	<b>Тема 2.4.</b> Автоматизированные вычислительные анализаторы и их использование в микроволновой технике.										
	<b>Практическое занятие 8.</b> Структурная схема и принцип работы автоматизированного вычислительного векторного анализатора цепей СВЧ.			1,0		Подготовка к семинарам [6.1.1], [6.1.2]					
	<b>Тема 2.5.</b> Метод калибруемого многополюсника и его разновидности.										
	<b>Практическое занятие 9.</b> Метод калибруемого многополюсника. Метод четырех зондов.			2,0		Подготовка к семинарам [6.1.1], [6.1.2]					
	<b>Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:</b> реферат, эссе (тема)				14,0						
	<b>расчётно-графическая работа</b>										

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; 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 (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
	(РГР)										
ПКС-2: ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3 ИПКС-2.4 ПКС-4: ИПКС-4.1 ИПКС-4.2 ИПКС-4.3	контрольная работа										
	Итого по 2 разделу		6,00	8,00	14,00						
	<b>Раздел 3. Измерительные генераторы СВЧ. Измерение параметров СВЧ радиосигналов</b>							1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные задания; 3. Блиц-опрос.  При изучении нового материала-слайд показ. Это создает единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания.			
	Тема 3.1. Измерительные генераторы СВЧ сигналов: основные типы, принципы построения и их метрологические и эксплуатационные параметры										
	Практическое занятие 10. Принципы построения измерительных генераторов СВЧ сигналов с электронной перестройкой частоты, их применение в панорамных анализаторах цепей			1,0		Подготовка к семинарам [6.1.1], [6.1.2]					
	Практическое занятие 11. Принципы построения СВЧ синтезаторов и генераторов с цифровым управлением.			1,0		Подготовка к семинарам [6.1.1], [6.1.2]					
	Тема 3.2. Измерение мощности СВЧ сигналов.										
	Практическое занятие 12. Ваттметры поглощаемой и проходящей мощности, их параметры. Терморезисторные, термоэлектрические и диодные преобразователи.			0,5		Подготовка к семинарам [6.1.1], [6.1.2]					
	Тема 3.3. Измерение частоты СВЧ сигналов										

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; 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 (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
	<b>Практическое занятие 13.</b> Электронно-счетные и резонансные методы измерения частоты СВЧ сигналов			0,5		Подготовка к семинарам [6.1.1], [6.1.2]	ния: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.				
	<b>Тема 3.4.</b> Анализ спектров сигналов в СВЧ диапазоне. Особенности анализаторов спектра СВЧ диапазона										
	<b>Практическое занятие 14.</b> Структурная схема, принцип работы и основные характеристики анализатора спектра последовательного типа.			1,0		Подготовка к семинарам [6.1.1], [6.1.2]					
	<b>Лабораторная работа 3.</b> Спектральные характеристики СВЧ сигналов		6,0			Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], работам [6.2.1], [6.2.2]					
	<b>Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:</b> реферат, эссе (тема)				12,0						
	расчёто-графическая работа (РГР)										
	контрольная работа										
	<b>Итого по 3 разделу</b>	--	<b>6,00</b>	<b>4,00</b>	<b>12,00</b>						
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	--	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>34</b>						
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	--	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>34</b>						

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

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам лабораторных и практических (семинарских) занятий.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета в 1 семестре.

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 (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ приведено 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</b>	<b>Экзамен/Зачет с оценкой</b>	<b>Зачет</b>
40<R≤50	Отлично	зачет
30<R≤40	Хорошо	
20<R≤30	Удовлетворительно	
0<R≤20	Неудовлетворительно	

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается в виде оценки «зачет»/«незачет».

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-2. Способен к проведению аналитических и экспериментальных работ для диагностики и оценки состояния радиоэлектронных и инфокоммуникационных систем с использованием необходимых методов, средств и измерительных приборов	ИПКС-2.1. Проводит аналитические и экспериментальные работы для диагностики и оценки состояния радиоэлектронных и инфокоммуникационных систем.	Не умеет осуществлять контроль правильности функционирования и метрологических характеристик средств измерений. Не владеет навыками проведения измерений параметров СВЧ устройств и антенн с помощью современных автоматизированных измерительных комплексов.	Умеет осуществлять контроль правильности функционирования и метрологических характеристик средств измерений. С трудом владеет навыками проведения измерений параметров СВЧ устройств и антенн с помощью современных автоматизированных измерительных комплексов.	Умеет осуществлять контроль правильности функционирования и метрологических характеристик средств измерений, но иногда требуется помощь. Владеет навыками проведения измерений основных параметров СВЧ устройств и антенн с помощью современных автоматизированных измерительных комплексов.	Осуществляет контроль правильности функционирования и метрологических характеристик средств измерений. Уверенно владеет навыками проведения измерений параметров СВЧ устройств и антенн с помощью современных автоматизированных измерительных комплексов.
	ИПКС-2.2. Применяет в работе знания о методах и средствах проведения измерений, назначений и принципов действия измерительных приборов.	Не знает физические принципы построения измерительных СВЧ устройств и систем. Не знает основные методы измерения на СВЧ. Не знает основные технические характеристики измерительных СВЧ приборов. Не умеет использовать в практической деятельности методики измерения и поверки с применением современных измерительных СВЧ приборов.	Не знает физические принципы построения измерительных СВЧ устройств и систем. Слабо знает основные методы измерения на СВЧ. Знает не все основные технические характеристики измерительных СВЧ приборов. С трудом может использовать в практической деятельности методики измерения и поверки с применением современных измерительных СВЧ приборов.	Знает физические принципы построения измерительных СВЧ устройств и систем. Знает все основные методы измерения на СВЧ. Не знает основные технические характеристики измерительных СВЧ приборов. Умеет использовать в практической деятельности методики измерения и поверки с применением современных измерительных СВЧ приборов, но иногда требуется помощь.	В совершенстве знает физические принципы построения измерительных СВЧ устройств и систем. Знает основные методы измерения на СВЧ. Знает основные технические характеристики измерительных СВЧ приборов. Свободно использует в практической деятельности методики измерения и поверки с применением современных измерительных СВЧ приборов.
	ИПКС-2.3. Осуществляет обработку данных по результатам измерений.	Не умеет использовать современную вычислительную базу для обработки результатов физического эксперимента. Не умеет проводить оценку точности результата	С трудом использует современную вычислительную базу для обработки результатов физического эксперимента. Не умеет проводить оценку точности результата	Умеет использовать современную вычислительную базу для обработки результатов физического эксперимента. Допускает незначительные ошибки при оценке	Свободно использует современную вычислительную базу для обработки результатов физического эксперимента. Безошибочно проводит оценку точности результата

		тов. Не владеет навыками обработки результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.	тов. Слабо владеет навыками обработки результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.	точности результатов. Владеет навыками обработки результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.	татов. Уверенно владеет навыками обработки результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.
	ИПКС-2.4. Использует правила техники безопасности при проведении измерений.	Не знает основные правила техники безопасности при проведении измерений параметров СВЧ устройств с помощью современной контрольно-измерительной аппаратуры	Слабо знает основные правила техники безопасности при проведении измерений параметров СВЧ устройств с помощью современной контрольно-измерительной аппаратуры	Знает большинство основных правил техники безопасности при проведении измерений параметров СВЧ устройств с помощью современной контрольно-измерительной аппаратуры	Уверенно знает основные правила техники безопасности при проведении измерений параметров СВЧ устройств с помощью современной контрольно-измерительной аппаратуры. Применяет эти знания на практике.
ПКС-4. Способен применять в работе знание функциональных схем работы оборудования, владеть методами и способами поиска и устранения неисправностей на обслуживаемом оборудовании, линиях передачи, трактах и каналах, обеспечивать безопасность при выполнении работ	ПКС-4.1. Применяет в работе знание функциональных схем работы оборудования.	Не знает принципы и особенности построения современных автоматизированных измерительно-вычислительных комплексов СВЧ диапазона. Не знает требования и рекомендации государственных стандартов по разработке и составлению технической документации по организации и проведению измерений основных характеристик пассивных и активных СВЧ устройств с помощью современных автоматизированных комплексов. Не умеет пользоваться прописанными в эксплуатационной документации на измерительный комплекс методиками измерений параметров радиосигналов и радиоустройств микроволнового диапазона, а также оформлять результаты проведенных измерений в виде актов и проколов. Слабо владеет методами разработки и составления структурных и функциональных схемы измерительных приборов и систем для определения параметров пассивных и активных СВЧ устройств.	Слабо знает принципы и особенности построения современных автоматизированных измерительно-вычислительных комплексов СВЧ диапазона. С большим трудом может пользоваться прописанными в эксплуатационной документации на измерительный комплекс методиками измерений параметров радиосигналов и радиоустройств микроволнового диапазона, а также оформлять результаты проведенных измерений в виде актов и проколов. Слабо владеет методами разработки и составления структурных и функциональных схемы измерительных приборов и систем для определения параметров пассивных и активных СВЧ устройств.	Знает принципы и особенности построения современных автоматизированных измерительно-вычислительных комплексов СВЧ диапазона. Знает требования и рекомендации государственных стандартов по разработке и составлению технической документации по организации и проведению измерений основных характеристик пассивных и активных СВЧ устройств с помощью современных автоматизированных комплексов. Умеет пользоваться прописанными в эксплуатационной документации на измерительный комплекс методиками измерений параметров радиосигналов и радиоустройств микроволнового диапазона, а также оформлять результаты проведенных измерений в виде актов и проколов, но допускает незначительные ошибки. Владеет основными методами разработки и составления структурных и функциональных схемы измерительных приборов и систем для определения параметров пассивных и активных СВЧ устройств.	Знает все основные принципы и особенности построения современных автоматизированных измерительно-вычислительных комплексов СВЧ диапазона. Знает требования и рекомендации государственных стандартов по разработке и составлению технической документации по организации и проведению измерений основных характеристик пассивных и активных СВЧ устройств с помощью современных автоматизированных комплексов. Способен без ошибок пользоваться прописанными в эксплуатационной документации на измерительный комплекс методиками измерений параметров радиосигналов и радиоустройств микроволнового диапазона, а также оформлять результаты проведенных измерений в виде актов и проколов. Уверенно владеет методами разработки и составления структурных и функциональных схемы измерительных приборов и систем для определения параметров пассивных и активных СВЧ устройств.

		измерительных приборов и систем для определения параметров пассивных и активных СВЧ устройств.		измерительных приборов и систем для определения параметров пассивных и активных СВЧ устройств.	измерительных приборов и систем для определения параметров пассивных и активных СВЧ устройств.
	ПКС-4.2. Владеет методами и способами поиска и устранения неисправностей на обслуживаемом оборудовании, линиях передачи, трактах и каналах.	Не умеет осуществлять контроль работы измерительной системы и отдельно взятых измерительных приборов в соответствии с требованиями нормативно-технической документации. Не умеет, в случае ненадлежащего функционирования измерительного комплекса или отдельного измерительного устройства, входящего в него, осуществлять поиск и устранение неисправностей в соответствии с предписанными документацией по техническому обслуживанию методами. Не владеет методами проведения точных и особо точных измерения для определения действительных значений контролируемых параметров.	С трудом может осуществлять контроль работы измерительной системы и отдельно взятых измерительных приборов в соответствии с требованиями нормативно-технической документации. Способен, в случае ненадлежащего функционирования измерительного комплекса или отдельного измерительного устройства, входящего в него, осуществлять поиск и устранение неисправностей в соответствии с предписанными документацией по техническому обслуживанию методами, допуская минимальное количество ошибок. Слабо владеет методами проведения точных и особо точных измерения для определения действительных значений контролируемых параметров.	Способен осуществлять контроль работы измерительной системы и отдельно взятых измерительных приборов в соответствии с требованиями нормативно-технической документации. Умеет, в случае ненадлежащего функционирования измерительного комплекса или отдельного измерительного устройства, входящего в него, осуществлять поиск и устранение неисправностей в соответствии с предписанными документацией по техническому обслуживанию методами, допуская минимальное количество ошибок. Уверенно владеет методами проведения точных и особо точных измерения для определения действительных значений контролируемых параметров.	На высоком уровне осуществляет контроль работы измерительной системы и отдельно взятых измерительных приборов в соответствии с требованиями нормативно-технической документации. Умеет, в случае ненадлежащего функционирования измерительного комплекса или отдельного измерительного устройства, входящего в него, осуществлять поиск и устранение неисправностей в соответствии с предписанными документацией по техническому обслуживанию методами. Уверенно владеет методами проведения точных и особо точных измерения для определения действительных значений контролируемых параметров.
	ПКС-4.3. Обеспечивает безопасность при выполнении работ.	Не знает нормативную документацию по технике безопасности при работе с измерительными приборами и устройствами микроволнового диапазона. Не владеет методами планирования и организации проведения СВЧ измерений.	Слабо знаком с нормативной документацией по технике безопасности при работе с измерительными приборами и устройствами микроволнового диапазона. С трудом владеет методами планирования и организации проведения СВЧ измерений.	Знает только основные положения нормативной документации по технике безопасности при работе с измерительными приборами и устройствами микроволнового диапазона. Владеет методами планирования и организации проведения СВЧ измерений.	Знает нормативную документацию по технике безопасности при работе с измерительными приборами и устройствами микроволнового диапазона. Уверенно владеет методами планирования и организации проведения СВЧ измерений.

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» (недовлетворительно)	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).

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
6.1.1.	Данилин, А.А. Измерения в технике СВЧ: учебное пособие для вузов. – М.: Радиотех-ника, 2008	8
6.1.2.	Сверхвысокочастотные устройства в радиоизмерительной технике : Учеб.пособие / В.В. Бирюков [и др.]; НГТУ им.Р.Е.Алексеева; Под.ред.Г.И.Шишкова. - Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2018	41

### 6.2. Справочно-библиографическая литература

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
6.2.1.	Астайкин, А.И. Метрология и радиоизмерения: учебное пособие / А.И. Астайкин, А.П. Помазков, Ю.П. Щербак – Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2010	1

6.2.2.	<b>Бабунько, С.А.</b> Антенны и функциональные узлы СВЧ- и КВЧ-диапазонов. Методы расчёта и технология изготовления: учебное пособие / С.А. Бабунько, В.А. Бажилов, Ю.Г. Белов и др.; под ред. А.Ю. Седакова. – М.: Радиотехника, 2011	4
--------	--	---

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

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

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Автоматизированные измерения на СВЧ».

6.3.2. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Автоматизированные измерения на СВЧ»

6.3.3. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Автоматизированные измерения на СВЧ»

## **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. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.

3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.

4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.

5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.

6. 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.

7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

## 7.2. Перечень программного обеспечения и 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	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	<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 их здоровья, 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**

Проведение практических занятий и лабораторных работ осуществляется в аудитории 5234 «Лаборатория микроволновой электродинамики и радиофотоники», оснащенной следующими приборами:

- векторный анализатор цепей R&S ZVA40,
- генераторы СВЧ сигналов Г4-207, Г4-208,
- синтезатор СВЧ сигналов Agilent 83711B,
- осциллограф DS5032E,
- анализатор спектра R&S FSU-50,
- генератор сигналов низкочастотный VC2002.

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

## **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 «Автоматизированные измерения на СВЧ», 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 реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-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 лекциях и консультациях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч с студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Инициируется 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 экзамена 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 по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические занятия в форме семинаров представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является выступление (доклад) с последующим обсуждением 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.

## **10.3. 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 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 таблице 11). 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.

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 теоретических опросов и выступление обучающихся с докладами.

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

Лабораторная работа № 1 «Исследование характеристик щелевой антенны»:

1. Комплексная диаграмма направленности антенны и ее составные части.
2. Различные способы представления двумерной ДН.
3. Коэффициент направленного действия антенны, его смысл.
4. Поляризационные свойства антенны.
5. Схема лабораторной установки, назначение приборов. Порядок проведения измерений.

Лабораторная работа № 2 «Исследование характеристик СВЧ узлов с помощью векторного анализатора цепей»:

1. Принцип работы векторного анализатора цепей СВЧ.
2. Опишите метод разделения волн для выделения измерительных сигналов.
3. Структурная схема одного канала векторного анализатора цепей.
4. Опишите основные источники погрешностей при векторном анализе цепей СВЧ.
5. В чем заключается процедура калибровки векторного анализатора цепей?
6. Основные характеристики СВЧ многополюсников.

## Лабораторная работа № 3 «Спектральные характеристики свч сигналов»:

1. Сигналы с амплитудной модуляцией, их основные характеристики.
2. Сигналы с угловой модуляцией, их основные характеристики.
3. Векторные диаграммы сигналов с однотональной АМ и ЧМ.
4. Спектры АМ и ЧМ сигналов.
5. Принцип действия электрооптического модулятора интенсивности.
6. Принцип работы и основные характеристики анализатора спектра.
7. Схема лабораторной установки, назначение и принцип действия приборов. Порядок проведения измерений.

### **11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета**

1. Описания матриц передачи, проводимости, импеданса, рассеяния для многополюсника СВЧ. Связь матрицы рассеяния с матрицами передачи, импеданса, проводимости.
2. В чем заключается физический смысл коэффициентов матрицы рассеяния.
3. Общие методы измерения параметров рассеяния СВЧ устройств. Классификация средств измерения в диапазоне СВЧ.
4. Что такое измерительный тракт СВЧ? Типы измерительных трактов.
5. Измерительный тракт для многополюсных микроволновых устройств.
6. В чем заключается суть метода разделения волн.
7. Приведите основные характеристики направленных ответвителей и мостов.
8. Классифицируйте погрешности измерительного тракта при реализации метода разделения волн.
9. Опишите основные методы калибровки измерительного тракта с помощью стандартного набора образцовых мер.
10. Опишите обобщенную структурную схему скалярного анализатора цепей СВЧ. В чем принципиальные отличия скалярных и векторных анализаторов цепей СВЧ?
11. Опишите обобщенную структурную схему векторного анализатора цепей СВЧ. В чем принципиальные отличия скалярных и векторных анализаторов цепей СВЧ?
12. В чем заключается отличие цифровых измерителей параметров СВЧ устройств от аналоговых? Какие дополнительные возможности открывает программная обработка измерительных данных?
13. Приведите обобщенную структурную схему цифрового анализатора цепей СВЧ с микропроцессорным управлением.
14. Для чего применяют калибруемые многополюсники? Опишите метод калибруемого многополюсника на примере измерения комплексных коэффициентов отражения.
15. Метод четырех зондов, как простейшая реализация метода калибруемого многополюсника: область применения, структурная схема, достоинства и недостатки метода.
16. Варианты реализации широкополосных калибруемых многополюсников.
17. Как осуществить измерение коэффициента передачи с помощью метода калибруемого многополюсника.
18. Какие генераторы называются измерительными? Обобщенная схема СВЧ-генератора гармонических сигналов. Перечислите основные метрологические и эксплуатационные параметры генераторов СВЧ сигналов.
19. Опишите генераторы качающей частоты с умножением и преобразованием частоты (привести структурные схемы).
20. Структурная схема и принцип действия генератора СВЧ сигналов с прямым цифровым синтезом частот. Преимущества и недостатки.
21. Структурная схема и принцип действия генератора СВЧ сигналов с косвенным цифровым синтезом частот. Преимущества и недостатки.
22. Структурная схема и принцип действия синтезатора СВЧ сигналов с двумя петлями фазовой автоматической подстройки частоты.

23. Опишите измерительные тракты ваттметров поглощаемой и проходящей мощности. Перечислите основные параметры ваттметров.
24. Опишите конструкции, принципы действия, достоинства и недостатки термисторных, термоэлектрических и диодных измерительных преобразователей.
25. В чем заключаются резонансный метод измерения частоты и метод дискретного счета. Достоинства и недостатки методов.
26. Основные области применения анализаторов спектра.
27. Структурная схема и принцип действия анализатора спектра последовательного типа.
28. Сформулируйте условия неискаженного наблюдения спектрограммы.
29. Основные параметры анализаторов спектра последовательного типа.
30. Методы измерения параметров спектра (метод калиброванных шкал, метод сравнения с эталоном, метод стоп-метки).

Полный фонд оценочных средств 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)

« \_\_\_\_ » 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ФТОС

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » 2021 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой ФТОС \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » 2020 г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » 2020 г.