

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:
_____ Легчанов М.А.
“20” июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.Од.3 Проблемы современной микроволновой электродинамики
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: 2023

Выпускающая кафедра: ФТОС

Кафедра-разработчик: ФТОС

Объем дисциплины
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет (2 семестр)

Разработчик: Раевский А.С., д.ф.-м.н., профессор

Нижний Новгород
2023

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 16 марта 2023 г. № 12.

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

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

_____ (подпись)

Программа рекомендована к утверждению советом ИЯЭиТФ, протокол от 20.06.2023 г. № 5.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 11.04.02-А-12.

Начальник МО

Заведующая отделом комплектования НТБ

Н.И. Кабанина

(подпись)

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ	3
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	9
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	18
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	22
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА	22
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА	23
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	25
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	25
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	25
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	26
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	26
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	27
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	28
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	28
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа	29
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах	29
10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях	29
10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	29
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	30
11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ	30
11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена	30
11.3. Типовые задания для текущего контроля	33

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины являются формирование необходимых компетенций в области современных тенденций развития микроволновых технологий в инфокоммуникациях.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- формирование общего понимания современных тенденций развития микроволновых систем и устройств;
- изучение основных принципов, на которых основано действие функциональных устройств СВЧ, КВЧ и субтерагерцового диапазонов;
- получение студентами практических навыков в области передачи информации в современных системах связи СВЧ, КВЧ и субтерагерцового диапазонов и функционирования отдельных устройств этих систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Проблемы современной микроволновой электродинамики» 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: «Электромагнитные поля и волны», «Антенны», «Техника СВЧ» в объеме программы бакалавриата, а также «Микроэлектронные устройства СВЧ».

Дисциплина «Проблемы современной микроволновой электродинамики» является основополагающей для прохождения следующих видов практик: Научно-исследовательская работа (Б2.П.1), Научно-исследовательская работа (Б2.П.2), Технологическая (проектно-технологическая) практика (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-1 Способен анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников;

ПКС-3 Способен к составлению аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, публиковать результаты исследований и разработок в виде статей, докладов, презентаций.

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-1								
<i>Проблемы современной микроволновой электродинамики (Б1.В.ОД.3)</i>								
<i>Терагерцовая фотоника (Б1.В.ОД.9)</i>								
<i>Проблемы современной беспроводной связи. Часть2 (ФТД.1)</i>								
<i>Научно-исследовательская работа (Б2.П.1).</i>								
<i>Научно-исследовательская работа (Б2.П.2).</i>								
<i>Выполнение и защита ВКР (Б3.Д.1)</i>								
ПКС-3								
<i>Проблемы современной микроволновой электродинамики (Б1.В.ОД.3)</i>								
<i>Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (Б2.У.1)</i>								
<i>Научно-исследовательская работа (Б2.П.1).</i>								
<i>Научно-исследовательская работа (Б2.П.2).</i>								
<i>Преддипломная практика (Б2.П.3)</i>								
<i>Выполнение и защита ВКР (Б3.Д.1)</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 анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	ИПКС-1.1. Осуществляет патентный поиск и сбор научно-исследовательской информации.	Знать: - современный уровень развития науки и техники в области микроволновой электродинамики	Уметь: - выбирать и использовать информационные источники при изучении проблем современной микроволновой электродинамики		Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-1.2. Осуществляет анализ и систематизацию научно-исследовательской информации.		Уметь: - использовать современные технические средства и библиографические базы при изучении проблем современной микроволновой электродинамики.	Владеть: - навыками сбора, анализа и систематизации информации по проблемам современной микроволновой электродинамики; - информацией о ведущих отечественных и зарубежных специалистах в области микроволновой электродинамики, их разработках и публикациях.	Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-1.3. Составляет обзоры по результатам поиска, изучения и анализа литературных источников (в том числе иноязычных).		Уметь: - составлять рекомендации по использованию результатов научных исследований	Владеть: - навыками составления обзоров по результатам изучения отечественной и зарубежной литературы по тематике	Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты

				микроволновой электродинамики		
ПКС-3. Способен к составлению аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, публиковать результаты исследований и разработок в виде статей, докладов, презентаций	ИПКС-3.1. Анализирует результаты проводимых исследований.	Знать: - правила оформления научно-технических отчётов по результатам выполнения работы.	Уметь: - выделять принципиально новые результаты проведённых научных исследований для последующего написания статей в научно-технические журналы.	Владеть: - навыками проведения анализа результатов исследований для использования при написании статей в научно-технические журналы.	Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-3.2. Составляет обзоры и отчеты по результатам проводимых исследований; подготавливает научные публикации.		Уметь: - составлять обзоры по результатам поиска научно-технической информации		Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-3.3. Составляет рекомендации по использованию полученных результатов.		Уметь: - составлять рекомендации по использованию результатов научных исследований		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 5 зач.ед. (180 часов), 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	
		2 сем	
Формат изучения дисциплины	очная		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	08	
1. Контактная работа:	55	55	
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	51	51	
занятия лекционного типа (Л)	34	34	
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	17	17	
лабораторные работы (ЛР)			
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4	4	
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	.		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	53	53	
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.)	53	53	
Подготовка к зачёту (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							
2 семестр											
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2 ИПКС-1.3 ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2 ИПКС-3.3	Раздел 1. Пассивные устройства СВЧ и КВЧ диапазонов.					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.2.2] Подготовка к практическому занятию [6.1.1], [6.2.2] Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3] Подготовка к лекциям [6.1.1] Подготовка к практическому занятию [6.1.1] Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3] Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3] Подготовка к практическому занятию [6.1.4] Подготовка к лекциям [6.1.1] Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3]	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	Конспект лекций Конспект лекций			
	Тема 1.1. Аттенюаторы.	1,0									
	Практическое занятие 1. Аттенюаторы.			1,0							
	Тема 1.2. Нагрузки.	1,0									
	Тема 1.3. Фильтры.	1,0									
	Практическое занятие 2. Фильтры.			1,0							
	Тема 1.4. Направленные ответвители.	1,0									
	Тема 1.5. Резонаторы.	2,0									
	Практическое занятие 3. Комплексный резонанс.			2,0							
	Тема 1.6. Ферритовые устройства.	2,0									
	Тема 1.7. Переходы в линиях передачи.	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						
	Практическое занятие 4. Переходы в линиях передачи.			2,0		Подготовка к практическому занятию [6.1.4], [6.2.2]				
	Тема 1.8. СВЧ-фотонные кристаллы.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.4]				
	Практическое занятие 5. СВЧ-фотонные кристаллы.			2,0		Подготовка к практическому занятию [6.1.4]				
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				10,0					
	Итого по 1 разделу:	10,0		8,0	10,0					
	Раздел 2. Диодные преобразователи частоты СВЧ и КВЧ диапазонов.									
	Тема 2.1. Стробоскопические смесители.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.1]				
	Тема 2.2. Умножители частоты.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.1]				
	Тема 2.3. Генераторы гармоник.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.1]				
	Тема 2.4. Многофункциональные комплексированные устройства СВЧ.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.1]				
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				8,0					
	Итого по 2 разделу:	4,0	--	-	8,0					
	Раздел 3. Генераторы СВЧ, КВЧ и субтерагерцового диапазонов.									
	Тема 3.1. СВЧ-генераторы на диэлектрических резонаторах.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.3]				

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						
	Тема 3.2. Оптоэлектронные СВЧ-генераторы.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1]				
	Практическое занятие 6. Оптоэлектронные СВЧ-генераторы.			2,0		Подготовка к практическому занятию [6.1.1]				
	Тема 3.3. Источники излучения субтерагерцового частотного диапазона.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.3]				
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				12,0					
	Итого по 3 разделу	6,0	--	2,0	12,0					
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2 ИПКС-1.3 ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2 ИПКС-3.3	Раздел 4. Антенны СВЧ, КВЧ и субтерагерцового диапазонов.									
	Тема 4.1. Широкополосные микрополосковые антенны.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.2.6]				
	Тема 4.2. Зеркальные антенны субтерагерцового диапазона.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.6]				
	Практическое занятие 7. Беспроводная линия связи субтерагерцового частотного диапазона.			2,0		Подготовка к практическому занятию [6.1.4], [6.2.2]				
	Тема 4.3. Фрактальные антенны.	1,0				Подготовка к лекциям [6.2.6]				
	Тема 4.4. Антенны на основе диэлектрических волноводных структур.	1,0				Подготовка к лекциям [6.2.6]				
	Практическое занятие 8. Антенны на основе диэлектрических волноводных структур.			2,0		Подготовка к практическому занятию [6.2.6]				
	Тема 4.5. Использование метама-	1,0				Подготовка к лекциям				

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							
	териалов в антенной технике.				[6.2.4], [6.2.6]						
	Практическое занятие 9. Использование метаматериалов в антенной технике.			1,0		Подготовка к практическому занятию [6.2.4], [6.2.6]					
	Тема 4.6. Смарт-антенны.					Подготовка к лекциям [6.2.7]					
	Практическое занятие 10. Смарт-антенны.			2,0		Подготовка к практическому занятию [6.2.7]					
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:	1,0			8,0						
	Итого по 4 разделу:	6,0		7,0	8,0						
	Раздел 5. Измерения в СВЧ, КВЧ и субтерагерцовом диапазонах.										
	Тема 5.1. Аппаратура для измерения параметров СВЧ, КВЧ и субтерагерцовых устройств.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.3]					
	Тема 5.2. Измерения характеристик пассивных устройств.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.2], [6.2.3]					
	Тема 5.3. Измерения характеристик излучения антенных систем.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.5]					
	Тема 5.4. Измерения характеристик СВЧ-генераторов.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.3]					
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				7,0						
	Итого по 5 разделу:	4,0		-	7,0						
	Раздел 6. Технологии изготовления устройств СВЧ и КВЧ диапазонов.										
	Тема 6.1. Технологии изготовления ферритовых устройств СВЧ и КВЧ диапазонов.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1]					
	Тема 6.2. LTCC-технология изготовления СВЧ-модулей и антенн.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.5]					

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						
	Тема 6.3. Технология изготовления бортовых ВЧЦАР миллиметрового диапазона.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.5], [6.2.5]				
	Тема 6.4. Технологии изготовления тонкоплёночных элементов СВЧ-узлов и микросборок.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.5]				
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				8,0					
	Итого по 6 разделу:	4,0		-	8,0					
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34		17	53					
	ИТОГО по дисциплине	34		17	53					

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

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

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета во 2-м 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) приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели)

Шкала оценивания	Контрольная неделя	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по системе «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 засчитено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «засчитено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «засчитено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «засчитено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников.	ИПКС-1.1. Осуществляет патентный поиск и сбор научно-исследовательской информации.	<p>Не знает современный уровень развития науки и техники в области микроволновой электродинамики.</p> <p>Не умеет выбирать и использовать информационные источники при изучении проблем современной микроволновой электродинамики.</p>	<p>Слабо знает современный уровень развития науки и техники в области микроволновой электродинамики.</p> <p>Отчасти умеет выбирать и использовать информационные источники при изучении проблем современной микроволновой электродинамики.</p>	<p>Знает современный уровень развития науки и техники в области микроволновой электродинамики.</p> <p>Умеет выбирать и использовать информационные источники при изучении проблем современной микроволновой электродинамики.</p>	<p>В совершенстве знает современный уровень развития науки и техники в области микроволновой электродинамики.</p> <p>Хорошо умеет выбирать и использовать информационные источники при изучении проблем современной микроволновой электродинамики.</p>
	ИПКС-1.2. Осуществляет анализ и систематизацию научно-исследовательской информации.	<p>Не умеет использовать современные технические средства и библиографические базы при изучении проблем современной микроволновой электродинамики.</p> <p>Не владеет навыками сбора, анализа и систематизации информации по проблемам современной микроволновой электродинамики.</p> <p>Не владеет информацией о ведущих отечественных и зарубежных специалистах в области микроволновой электродинамики,</p>	<p>Слабо умеет использовать современные технические средства и библиографические базы при изучении проблем современной микроволновой электродинамики.</p> <p>Слабо владеет навыками сбора, анализа и систематизации информации по проблемам современной микроволновой электродинамики.</p> <p>Слабо владеет информацией о ведущих отечественных и зарубежных специалистах в области микроволновой электродинамики,</p>	<p>Умеет использовать современные технические средства и библиографические базы при изучении проблем современной микроволновой электродинамики.</p> <p>Владеет навыками сбора, анализа и систематизации информации по проблемам современной микроволновой электродинамики.</p> <p>Владеет информацией о ведущих отечественных и зарубежных специалистах в области микроволновой электродинамики, их раз-</p>	<p>Хорошо умеет использовать современные технические средства и библиографические базы при изучении проблем современной микроволновой электродинамики.</p> <p>Хорошо владеет навыками сбора, анализа и систематизации информации по проблемам современной микроволновой электродинамики.</p> <p>Хорошо владеет информацией о ведущих отечественных и зарубежных специалистах в области микроволновой электродинамики,</p>

		их разработках и публикациях.	динамики, их разработках и публикациях.	работах и публикациях.	динамики, их разработках и публикациях.
	ИПКС-1.3. Составляет обзоры по результатам поиска, изучения и анализа литературных источников (в том числе иноязычных).	Не умеет составлять рецензии по результатам изучения отечественной и зарубежной литературы по тематике микроволновой электродинамики. Не владеет навыками составления обзоров по результатам изучения отечественной и зарубежной литературы по тематике микроволновой электродинамики.	Умеет составлять рекомендации по использованию результатов научных исследований, но допускает много ошибок при оформлении. Слабо владеет навыками составления обзоров по результатам изучения отечественной и зарубежной литературы по тематике микроволновой электродинамики.	Умеет составлять рекомендации по использованию результатов научных исследований, но допускает некоторые ошибки при оформлении. Владеет навыками составления обзоров по результатам изучения отечественной и зарубежной литературы по тематике микроволновой электродинамики.	Хорошо умеет составлять рекомендации по использованию результатов научных исследований. Хорошо владеет навыками составления обзоров по результатам изучения отечественной и зарубежной литературы по тематике микроволновой электродинамики.
ПКС-3. Способен к составлению аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, публиковать результаты исследований и разработок в виде статей, докладов, презентаций	ИПКС-3.1. Анализирует результаты проводимых исследований.	Не знает правила оформления научно-технических отчетов по результатам выполнения работы. Не умеет выделять принципиально новые результаты проведенных научных исследований для последующего написания статей в научно-технические журналы. Не владеет навыками проведения анализа результатов исследований для использования при написании статей в научно-технические журналы.	Слабо знает правила оформления научно-технических отчетов по результатам выполнения работы. Слабо умеет выделять принципиально новые результаты проведенных научных исследований для последующего написания статей в научно-технические журналы. Слабо владеет навыками проведения анализа результатов исследований для использования при написании статей в научно-технические журналы.	Знает правила оформления научно-технических отчетов по результатам выполнения работы. Умеет выделять принципиально новые результаты проведенных научных исследований для последующего написания статей в научно-технические журналы. Владеет навыками проведения анализа результатов исследований для использования при написании статей в научно-технические журналы.	Хорошо знает правила оформления научно-технических отчетов по результатам выполнения работы. Хорошо умеет выделять принципиально новые результаты проведенных научных исследований для последующего написания статей в научно-технические журналы. Хорошо владеет навыками проведения анализа результатов исследований для использования при написании статей в научно-технические журналы.
	ИПКС-3.2. Составляет обзоры и отчеты по результатам проводимых исследований; подготавливает научные публикации.	Не умеет составлять обзоры по результатам поиска научно-технической информации.	Слабо умеет составлять обзоры по результатам поиска научно-технической информации.	Умеет составлять обзоры по результатам поиска научно-технической информации.	Хорошо умеет составлять обзоры по результатам поиска научно-технической информации.
	ИПКС-3.3. Составляет рекомендации по использова-	Не умеет составлять рекомендации по использо-	Слабо умеет составлять рекомендации по использо-	Умеет составлять рекомендации по использо-	Хорошо умеет составлять рекомендации по использо-

	нию полученных результатов.	ванию результатов научных исследований.	зованию результатов научных исследований.	нию результатов научных исследований.	зованию результатов научных исследований.
--	-----------------------------	---	---	---------------------------------------	---

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).

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	
1	2	
6.1.1	Устройства СВЧ и КВЧ: учеб. пособие: Ч.1 / В.В. Бирюков, А.Е. Иванов, В.А. Козлов [и др.] / под ред. Г.И. Шишкова; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2012. – 220 с.	
6.1.2	Устройства СВЧ и КВЧ: учеб. пособие: Ч.2 / В.А. Бажилов, Л.В. Когтева, В.А. Козлов [и др.] / под ред. Г.И. Шишкова; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2013. – 205 с.	
6.1.3	Устройства СВЧ и КВЧ в радиоизмерительной технике: учеб. пособие / В.А. Бажилов, В.В. Бирюков, Л.В. Когтева [и др.] / под ред. Г.И. Шишкова; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. – 160 с.	
6.1.4	Комплексные волны. Монография. / А.С. Раевский, С.Б. Раевский. М.: Радиотехника.2010.- 224 с.	
6.1.5	Устройства СВЧ- и КВЧ-диапазонов. Методы расчета, алгоритмы и технологии изготовления. Монография. / Ю.А. Иларионов, А.С. Раевский, С.Б. Раевский,	

6.2. Справочно-библиографическая литература

6.2.1	Диодные преобразователи частоты для радиоизмерительной аппаратуры СВЧ- и КВЧ-диапазонов: монография / А.М. Щитов [и др.] / под ред. А.М. Щитова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород. 2016. – 196 с.
6.2.2	Аттенюаторы. Монография / Под ред. С.Б. Раевского и Г.И. Шишкова. – И.: ООО «Принт-2», 2016. – 192 с.
6.2.3	СВЧ и КВЧ нагрузки в радиоизмерительной технике: учеб. пособие / И.А. Вдовиченко, А.Е. Иванов, А.В. Кашин [и др.] / под ред. Г.И. Шишкова; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2021. – 112 с.
6.2.4	Митрохин, В.Н. Электродинамические свойства метаматериалов: учеб. пособие / В.Н. Митрохин / под ред. Н.А. Бея; М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 48 с.
6.2.5	Бортовые антенные системы СВЧ. Структурный подход к проектированию: учеб. пособие / А.В. Кашин, А.Ю. Седаков; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород. 2011. – 143 с.
6.2.6	Новые направления в теории и технике антенн и устройств СВЧ: мифы и реальность: учеб. пособие / А.Р. Насыбуллин, Ю.Е. Седельников / под ред. Ю.Е. Седельникова; Казань, Издательство Казанского университета, 2020. – 184 с.
6.2.7	Введение в смарт-антенны / Баланис Константин А., Иоанидес Панайотис И. М.: Техносфера, 2012. – 200 с.

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Проблемы современной микроволновой электродинамики» находятся на кафедре «ФТОС».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Проблемы современной микроволновой электродинамики».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятия по дисциплине «Проблемы современной микроволновой электродинамики»

6.3.3. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Проблемы современной микроволновой электродинамики».

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)

- Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
- Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
- Электронно-библиотечная система Znaniум.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
- Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
- Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
- 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.
- 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	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

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	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html

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

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

- 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 «Проблемы современной микроволновой электродинамики», 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 и практических занятиях 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 практических занятиях и лекциях. 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 зачета 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 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 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.

10.4. 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;
- выступление обучающихся с докладами.

11.1. Типовые вопросы к зачёту, проводимому в 2-м семестре

1. Назначение аттенюаторов.
2. Классификация аттенюаторов.
3. Принцип действия предельного аттенюатора.
4. Принцип действия поляризационного аттенюатора.
5. Аттенюаторы с резистивными плёнками.
6. Аттенюаторы на p - i - n диодах.

7. Коаксиальные фиксированные аттенюаторы.
8. Волноводные аттенюаторы.
9. Волноводно-диэлектрические фильтры.
10. Волноводные фильтры на Е-планарных диафрагмах.
11. Фильтры на основе продольно-нерегулярных ВШЛ.
12. Полосковые фильтры.
13. Резонаторы, перестраиваемые металлическим стержнем.
14. Резонаторы, перестраиваемые диэлектрическим стержнем.
15. Открытые резонаторы.
16. Комплексные волны. Условия существования.
17. Измерение постоянной распространения комплексной волны в круглом двухслойном волноводе.
18. Особенности комплексного резонанса.
19. Определение добротности комплексного резонанса.
20. Диэлектрические резонаторы на низших типах колебаний.
21. Диэлектрические резонаторы на азимутальных типах колебаний.
22. Волноводные направленные ответвители.
23. Коаксиальные направленные ответвители.
24. Измерительные сверхширокополосные ответвители.
25. Направленные ответвители с малой частотной зависимостью переходного ослабления.
26. Сверхширокополосные квадратурные ответвители.
27. Микрополосовые направленные ответвители.
28. Волноводно-коаксиальные ответвители.
29. Волноводные направленные ответвители со связью через резистивную пленку.
30. Основные параметры нагрузок. Виды нагрузок.
31. Волноводные согласованные нагрузки.
32. Рассогласованные нагрузки.
33. Нагрузки короткозамкнутые и холостого хода.
34. Коаксиально-волноводные переходы.
35. Коаксиально-полосковые переходы.
36. Волноводно-полосковые переходы.
37. Стробоскопические смесители.
38. Умножители частоты на ДНЗ.
39. Удвоители частоты на ДБШ.
40. Утроители частоты на ДБШ.
41. Многокаскадные умножители частоты.
42. Сверхширокополосные генераторы гармоник с равномерным спектром.

43. Полосовые генераторы гармоник.
44. Генераторы гармоник на ДНЗ с ЖИГ-фильтром.
45. Преобразователи частоты (конверторы) высокочувствительных РПУ.
46. Выходные формирующие устройства широкополосных СВЧ сигналов.
47. Связь диэлектрического резонатора с микрополосковой линией.
48. Колебательная система СВЧ-генератора на основе диэлектрического резонатора.
49. Расчет условий самовозбуждения генератора на диэлектрическом резонаторе.
50. Конструкции и характеристики генераторов на диэлектрических резонаторах.
51. Принцип действия оптоэлектронного СВЧ-генератора.
52. Двухконтурный оптоэлектронный СВЧ-генератор.
53. Особенности спектра оптоэлектронного СВЧ-генератора.
54. Источники излучения терагерцового частотного диапазона.
55. Детектирование терагерцового излучения.
56. Терагерцевая связь и передача информации.
57. Широкополосные микрополосковые антенны.
58. Зеркальные антенны.
59. Фрактальные антенны.
60. Антенны на основе диэлектрических волноводных структур.
61. Использование метаматериалов в антенной технике.
62. Адаптивные антенные системы.
63. Аппаратура для измерения характеристик СВЧ и КВЧ устройств.
64. Метод полигонных(лабораторных) измерений диаграммы направленности антенны.
65. Метод облета антенны по заданной траектории и астрономический метод измерения диаграммы направленности антенны.
66. Коллиматорный и голографический методы измерений диаграмм направленности.
67. Измерение диаграммы направленности антенны на моделях.
68. Измерение коэффициента усиления антенн.
69. Средства измерений характеристик излучения антенн.
70. Функциональные и конструктивные особенности ферритовых устройств.
71. Формулирование требований к точности изготовления ферритовых элементов.
72. Выбор конфигурации ферритового элемента переключающих КВЧ-устройств.
73. Разработка сквозных технологических процессов изготовления призматических ФЭ для переключающих КВЧ-устройств.
74. Классификация основных технологических процессов формирования тонкопленочных элементов.
77. Особенности процессов осаждения тонких пленок.
78. Структура процессов литографии.

79. Термостабилизирующий отжиг резистивных пленок и элементов.
80. Особенности проектирования технологических маршрутов изготовления плат МСБ с тонкопленочными элементами.
81. Базовые технологические методы изготовления ВЩАР.
82. Изготовление ВЩАР методом фотохимического травления.
83. Изготовление бортовых ВЩАР миллиметрового диапазона гальванопластическим методом.
84. Изготовление ВЩАР методом электроэррозионной обработки.
85. Процессы изготовления многослойных керамических плат с заданными параметрами по технологии LTCC.
86. Процесс изготовления многослойных керамических плат по технологии LTCC. Особенности методов изготовления и контроля качества.
87. Создание приемного СВЧ модуля на базе МИС с использованием многослойных керамических плат.
88. Исследование возможностей изготовления элементов бортовых антенн на основе керамических материалов с использованием технологии LTCC.

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.