

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.

“19 ” марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.19 _Передающие устройства СВЧ-диапазона
для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность: Оптические системы и сети связи

Формы обучения: очная

Год начала подготовки: 2024, 2025

Выпускающая кафедра: ФТОС

Кафедра-разработчик: ФТОС

Объем дисциплины: 216 часов/6 з.е.

Промежуточная аттестация: экзамен

Разработчик: Белов Ю.Г., д.т.н., профессор

Нижний Новгород

2025

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования(ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 г. № 930, на основании учебных планов, принятых УМС НГТУ, протоколы от 11.05.2024 г. №16 и от 19.12.2024 г. №6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 12.03.2025 г. №.16
Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор, Раевский А.С. _____

Программа рекомендована к утверждению советом ИЯЭиТФ, протокол от 19 марта 2025 г. №.1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.03.02-О-40.

Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ

(подпись) Н.И. Кабанина

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.....	9
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	9
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	10
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	20
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	24
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА	24
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА	25
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	26
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	27
7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).....	27
7.2. Перечень программного обеспечения информационных справочных систем.....	27
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	28
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	28
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	30
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ	30
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	30
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	31
11.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	31
11.2. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ..	32

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины является формирование необходимых компетенций для построения, сбора и анализа исходных данных и расчета радиопередающих устройств СВЧ с учетом современных тенденций развития их элементной базы, а также овладение навыками проведения измерений параметров этих устройств.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение принципов и методов построения структурных схем радиопередающих устройств СВЧ;
- изучение функциональных и схемотехнических особенностей устройств генерирования СВЧ-колебаний и управления этими колебаниями;
- овладение методами проектирования и расчета основных узлов радиопередающих устройств СВЧ;
- овладение навыками измерения характеристик радиопередающих устройств СВЧ с использованием современной аппаратуры.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) «Передающие устройства СВЧ-диапазона» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющей направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Основы теории цепей», «Электроника», «Схемотехника телекоммуникационных устройств», «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей», «Сети связи и системы коммутации», «Общая теория связи».

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 элементов следующей профессиональной компетенции в соответствии с ОПОП ВО по направлению 11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи:

ПКС-5 Способен разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи с использованием средств автоматизации проектирования, передового опыта разработки конкурентоспособных изделий;

ПКС-7 Способен использовать инновационные решения и технологии в проектах.

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-5								
Схемотехника телекоммуникационных устройств								
Сети связи и системы коммутации								
Передающие устройства СВЧ-диапазона								
Приемные устройства СВЧ-диапазона								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								
ПКС-7								
Передающие устройства СВЧ-диапазона								
Приемные устройства СВЧ-диапазона								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								

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 материалы (ОМ)	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-5 Способен разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи с использованием средств автоматизации проектирования, передового опыта разработки конкурентоспособных изделий.	<i>Освоение дисциплины причастно к ТФ В/01.6 (ПС 06.007 «Инженер-проектировщик в области связи (телекоммуникаций)»), решает задачи разработки технических проектов для внедрения инновационного инфокоммуникационного оборудования; контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации техническим регламентам, национальным стандартам, стандартам связи, техническим условиям и другим нормативным документам; разработки проектной и рабочей технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ.</i>					
	ИПКС-5.1 Применяет передовой опыт разработки конкурентоспособных изделий.	Знать: - основные подходы к проектированию передающих устройств СВЧ-диапазона.	Уметь: - производить с учетом заданных технических требований разработку структурных и функциональных схем передающих устройств СВЧ-диапазона.	Владеть: - навыками составления электрических схем передающих устройств СВЧ-диапазона.	Контрольные работы. Отчеты по лабораторным работам.	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-5.2.Выбирает средства автоматизации проектирования в соответствии с проектом.	Знать: - возможности современных систем автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры СВЧ-диапазона.	Уметь: - производить с учетом заданных технических требований разработку принципиальных схем и узлов радиопередающих устройств СВЧ-диапазона с использованием средств компьютерного проектирования.	Владеть: - основными навыками схемотехнического и электродинамического моделирования передающих устройств СВЧ-диапазона, и протекающих в них процессов с целью анализа и оптимизации параметров с использованием имеющихся средств		

	ИПКС-5.3. Применяет средства автоматизации проектирования для разработки эскизных, технических и рабочих проектов	Знать: - основные правила подготовки типовых проектов радиопередающих устройств СВЧ-диапазона, в том числе современные требования стандартов.	Уметь: - разрабатывать техническую документацию на спроектированные передающие устройства СВЧ-диапазона с применением современных программно-технических средств.	исследований, включая универсальные и специализированные пакеты прикладных программ. Владеть: - основными приемами оформления технической документации по подготовке проектов на разработку передающих устройств СВЧ-диапазона с использованием информационных технологий.		
ПКС-7 Способен использовать инновационные решения и технологии в проектах	<i>Освоение дисциплины причастно к ТФ В/01.6 (ПС 06.007 «Инженер-проектировщик в области связи (телекоммуникаций)»), решает задачи изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта; сбора и анализа исходных данных для проектирования сооружений связи, интеллектуальных инфокоммуникационных сетей и их элементов; разработки технических проектов для внедрения инновационного инфокоммуникационного оборудования; оценки инновационных рисков коммерциализации проектов.</i>					
	ИПКС-7.1. Анализирует инновационные решения и технологии, которые могут быть использованы в проектах.	Знать: - современную узловую и элементную базу, закономерности и основные направления развития передающих устройств СВЧ-диапазона и техники СВЧ в целом.	Уметь: - производить поиск научно-технической информации для обоснованного выбора технического решения.	Владеть: - навыками сравнительного анализа различных схем и конструкций передающих устройств СВЧ-диапазона.	Контрольные работы. Отчеты по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: билеты

	ИПКС-7.2. Использует при проектировании выбранные инновационные решения (технологии).	Знать: - схемотехнику типовых каскадов передающих устройств СВЧ-диапазона.	Уметь: - производить расчет типовых каскадов передающих устройств СВЧ-диапазона.	Уметь:- навыками конструирования узлов передающих устройств СВЧ-диапазона.		
	ИПКС-7.3. Производит экспериментальную проверку выбранных технических решений (технологий).	Знать: - методы измерения основных технических характеристик передающих устройств СВЧ-диапазона, а также современный типовой парк радиоизмерительных приборов.	Уметь: - составлять необходимые схемы измерений, производить включение и калибровку измерительных приборов, а также измерение интересующих характеристик с последующей обработкой результатов измерений, включая оценку погрешности.	Уметь: - эффективными методами измерения основных характеристик радиопередающих устройств СВЧ-диапазона с использованием современных радиоизмерительных приборов.		

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. 216 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	Трудоемкость, час	
	Всего час	В т.ч. в 8 сем
Формат изучения дисциплины	очный	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	216	216
1. Контактная работа:	96	96
1.1.Аудиторная работа,в том числе:	88	88
занятия лекционного типа (Л)	44	44
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	22	22
лабораторные работы (ЛР)	22	22
1.2.Внеаудиторная, в том числе	8	8
курсовая работа (КР) (консультация, защита)	3	3
текущий контроль, консультации по дисциплине	3	3
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	84	84
курсовая работа (КР) (подготовка)	29	29
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)	55	55
Подготовка к экзамену (контроль)	36	36

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				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
ПКС-5 ИПКС-5.1 ИПКС-5.2 ИПКС-5.3 ПКС-7 ИПКС-7.1 ИПКС-7.2 ИПКС-7.3	Раздел 1. Введение.							
	Тема 1.1. Принципы построения радиопередающих устройств. Основные технические характеристики и параметры передатчиков	1,0			0,25	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 1.2. Значение диапазона СВЧ в радиотехнике, виды СВЧ-передатчиков и их особенности	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				0,75			
	Итого по 1 разделу	3,0	-	-	0,75			
	Раздел 2. Основы теории и расчета генераторов с внешним возбуждением (ГВВ).							
	Тема 2.1. Структурная схема ГВВ. Математическая модель, энергетические соотношения, анализ режимов работы ГВВ. Нагрузочные характеристики.	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.3.2.1]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
							проекторов и т.п..	
	Практическое занятие 1. Генератор с внешним возбуждением на электронной лампе.			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.3.2.1]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	Тема 2.2. Основы теории и расчета транзисторных ГВВ.	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.3.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 2. Анализ работы и технический расчет транзисторного ГВВ.			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.3.2.2]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	Контрольная работа (КР)			2,0	2,0	Подготовка к КР [6.3.2.1], [6.3.2.2]	Обсуждение результатов контрольной работы	
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела				7,0			
	Итого по 2 разделу	4,0	-	6,0	7,0			
Раздел 3. Схемотехника генераторов с внешним возбуждением								
Тема 3.1. Схемы цепей питания активных элементов.	1,0			0,25	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.5]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
							проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 3. Расчет элементов цепей питания генераторов			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.1.1], [6.1.2], [6.1.5]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выпол- ненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	Тема 3.2. Согласование актив- ных элементов с нагрузкой.	1,0			0,25	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.5]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 4. Расчет простой цепи согласо- вания в виде П-контура.			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.1.1], [6.1.5]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выпол- ненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	Практическое занятие 5. Расчет характеристик простой цепи согласования.			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.1.1], [6.1.5]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выпол- ненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	Тема 3.3. Цепи согласования на отрезках длинных линий	1,0			0,25	Подготовка к лекциям [6.1.7]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 6. Расчет цепей согласования в виде отрезков МПЛ			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.1.7]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выпол- ненных студентом у	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
							доски); «мозговой штурм».	
	Практическое занятие 7. Расчет цепей согласования на МПЛ методом эквивалентных схем			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.1.7]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выпол- ненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	Тема 3.4. Транзисторные уси- лители и умножители частоты СВЧ-диапазона	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.3], [6.1.5]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 3.5. Диодные умножители частоты диапазона СВЧ	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.1.5]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 3.6. Сложение мощностей активных элементов и генерато- ров.	1,0			0,25	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.5], [6.1.6]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Контрольная работа(КР)			2,0	2,0	Подготовка к КР [6.1.1], [6.1.5], [6.1.7]	Обсуждение результатов контрольной работы.	
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				12,0			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Итого по 3 разделу	8,0	-	12,0	14,0			
ПКС-5 ИПКС-5.1 ИПКС-5.2 ИПКС-5.3 ПКС-7 ИПКС-7.1 ИПКС-7.2 ИПКС-7.3	Раздел 4. Передатчики с амплитудной и однополосной модуляцией							
	Тема 4.1. Амплитудная и однополосная модуляция.	1,0			0,25	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.5]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 8. Амплитудная модуляция в транзисторных генераторах			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.3.2.3]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	Практическое занятие 9. Спектры сигналов в ОБП – модуляторе многоканального передатчика.			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.1.2], [6.1.5]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				4,25			
	Итого по 4 разделу	1,0	-	4,0	4,25			
	ПКС-5 ИПКС-5.1 ИПКС-5.2 ИПКС-5.3 ПКС-7 ИПКС-7.1 ИПКС-7.2 ИПКС-7.3	Раздел 5. Угловая модуляция и манипуляция						
Тема 5.1. Характеристики ЧМ - и ФМ - колебаний.		2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
Тема 5.2. Методы осуществления частотной и фазовой модуляции и манипуляции		2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4],	Презентации с использованием различных вспомогательных	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
						[6.1.5]	средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 5.3. Фазовые модуляторы и манипуляторы диапазона СВЧ	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.3]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.	
	Лабораторная работа № 1. Частотные модуляторы на вари- капах.		4,0		4,0	Подготовка к ЛР [6.3.2.6]	Круглый стол (обсужде- ние полученных резуль- татов, их соответствие изучаемым закономер- ностям, оценка точности эксперимента).	
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела				5,5			
	Итого по 5 разделу	6,0	4,0	-	5,5			
	Раздел 6. Импульсная модуляция							
	Тема 6.1. Особенности форми- рования мощных импульсных сигналов. Импульсные модуля- торы с емкостными накопите- лями и искусственными линия- ми.	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.3],[6.1.4], [6.1.5],[6.3.2.5]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 6.2. Особенности постро- ения и модуляция ламповых ГСВЧ и УСВЧ	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.3]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Лабораторная работа № 2. Исследование импульсного модулятора с искусственной линией.		4,0		4,0	Подготовка к ЛР [6.3.2.4], [6.3.2.5]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым закономерностям, оценка точности эксперимента).	
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				5,0			
	Итого по 6 разделу	4,0	4,0	-	5,0			
	Раздел 7. Модуляция электронных приборов СВЧ							
	Тема 7.1. Характеристики и схемы модуляции генераторов на пролетных и отражательных клистронах	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.3], [6.1.6]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Лабораторная работа № 3. Импульсная модуляция отражательного клистрона		3,0		3,0	Подготовка к ЛР [6.3.2.9]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым закономерностям, оценка точности эксперимента)	
	Тема 7.2. Характеристики и схемы модуляции ЛБВ-0 и ЛОВ.	3,0			0,75	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.3], [6.1.6]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Лабораторная работа № 4. Импульсная модуляция ЛБВ-0		4,0		4,0	Подготовка к ЛР [6.3.2.9]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
							изучаемым закономерностям, оценка точности эксперимента	
	Тема 7.3. Характеристики и схемы модуляции генераторов магнетронного типа	3,0			0,75	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.3], [6.1.6]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Лабораторная работа № 5. Импульсная модуляция магнетрона		4,0		4,0	Подготовка к ЛР [6.3.2.8]	Круглый стол (обсужде- ние полученных резуль- татов, их соответствие изучаемым закономер- ностям, оценка точности эксперимента	
	Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:				13,0			
	Итого по 7 разделу	8,0	11,0	-	13,0			
	Раздел 8. Возбудители передатчиков							
	Тема 8.1. Транзисторные авто- генераторы.	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5], [6.1.6]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 8.2. Нестабильность ча- стоты автогенераторов и пути ее снижения.	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5], [6.1.6]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
							проекторов и т.п.	
	Тема 8.3. Транзисторные авто-генераторы СВЧ диапазона	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.1.7]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Лабораторная работа № 6 Исследование кварцевых авто-генераторов		3,0		3,0	Подготовка к ЛР [6.1.1], [6.3.2.7]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым закономерностям, оценка точности эксперимента).	
	Тема 8.4. Устройства формирования сетки стабильных частот.	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Самостоятельная работа по освоению 8 раздела:				6,0			
	Итого по 8 разделу	8,0	3,0	-	6,0			
	Раздел 9. Перспективы развития РПДУ СВЧ							
	Тема 9.1. Построение комплексированных изделий.	1,0			0,25	Подготовка к лекциям [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 9.2. Нетиповое применение приборах СВЧ (смесители	1,0			0,25	Подготовка к лекциям	Презентации с использованием различных	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	преобразователи частоты и др.).					[6.1.3]	вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Самостоятельная работа по освоению 9 раздела:				0,5			
	Итого по 9 разделу	2,0	-	-	0,5			
	Курсовая работа (КР)				29	Выполнение КР [6.1.7], [6.3.3.1], [6.3.3.2]		
	ИТОГО по дисциплине	44	22	22	84			

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

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам лабораторных работ и примеры заданий для контрольных работ.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена в 8 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, оценка выполнения лабораторных работ приведено в таблице 5.

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

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	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырех-балльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

.

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-5 Способен разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи с использованием средств автоматизации проектирования, передового опыта разработки конкурентоспособных изделий.	ИПКС-5.1 Применяет передовой опыт разработки конкурентоспособных изделий	Не умеет применять передовой опыт разработки узлов и блоков радиопередающих устройств СВЧ. Не имеет понятия о современном состоянии указанной области знаний.	Умеет применять передовой опыт разработки узлов и блоков радиопередающих устройств СВЧ, допуская ошибки. Слабо знаком с современным состоянием указанной области знаний.	Умеет применять передовой опыт разработки узлов и блоков радиопередающих устройств СВЧ, допуская небольшие ошибки. Хорошо знаком с современным состоянием указанной области знаний.	Умеет применять передовой опыт разработки узлов и блоков радиопередающих устройств СВЧ, Отлично знаком с современным состоянием указанной области знаний.
	ИПКС-5.2.Выбирает средства автоматизации проектирования в соответствии с проектом	Не умеет выбирать средства автоматизации проектирования радиопередающих устройств СВЧ в соответствии с проектом. Не имеет понятия о современном состоянии указанной области знаний.	Умеет выбирать средства автоматизации проектирования радиопередающих устройств СВЧ в соответствии с проектом, допуская ошибки.	Умеет выбирать средства автоматизации проектирования радиопередающих устройств СВЧ в соответствии с проектом, допуская небольшие ошибки.	Уверенно умеет выбирать средства автоматизации проектирования радиопередающих устройств СВЧ в соответствии с проектом.

	ИПКС-5.3. Применяет средства автоматизации проектирования для разработки эскизных, технических и рабочих проектов	Не умеет применять средства автоматизации проектирования для разработки эскизных, технических и рабочих проектов. Не имеет понятия о современном состоянии указанной области знаний.	Умеет применять средства автоматизации проектирования для разработки эскизных, технических и рабочих проектов, допуская ошибки.	Умеет применять средства автоматизации проектирования для разработки эскизных, технических и рабочих проектов, допуская небольшие неточности.	Уверенно применяет средства автоматизации проектирования для разработки эскизных, технических и рабочих проектов.
ПКС-7. Способен использовать инновационные решения и технологии в проектах	ИПКС-7.1. Анализирует инновационные решения и технологии, которые могут быть использованы в проектах	Не умеет анализировать инновационные решения и технологии, которые могут быть использованы при проектировании узлов и блоков радиопередающих устройств СВЧ. Не имеет понятия о современном состоянии указанной области знаний.	Умеет анализировать инновационные решения и технологии, которые могут быть использованы при проектировании узлов и блоков радиопередающих устройств СВЧ., допуская ошибки. Слабо знаком с современным состоянием указанной области знаний..	Умеет анализировать инновационные решения и технологии, которые могут быть использованы при проектировании узлов и блоков радиопередающих устройств СВЧ, допуская небольшие неточности. Хорошо знаком с современным состоянием указанной области знаний.	Умеет анализировать инновационные решения и технологии, которые могут быть использованы при проектировании узлов и блоков радиопередающих устройств СВЧ. Отлично знаком с современным состоянием указанной области знаний.
	ИПКС-7.2. Использует при проектировании выбранные инновационные решения (технологии).	Не умеет использовать при проектировании узлов и блоков радиопередающих устройств СВЧ инновационные решения (технологии). Не имеет понятия о современном состоянии указанной области знаний.	Использует при проектировании узлов и блоков радиопередающих устройств СВЧ инновационные решения (технологии), допуская ошибки.	Использует при проектировании узлов и блоков радиопередающих устройств СВЧ инновационные решения (технологии), допуская небольшие неточности.	Уверенно использует при проектировании узлов и блоков радиопередающих устройств СВЧ инновационные решения (технологии).
	ИПКС-7.3. Производит экспериментальную проверку выбранных технических решений (технологий).	Не умеет производить экспериментальную проверку выбранных технических решений. Не владеет навыками работы с радиоизмерительными приборами.	Умеет производить экспериментальную проверку выбранных технических решений. Владеет навыками работы с радиоизмерительными приборами, допуская ошибки.	Умеет производить экспериментальную проверку выбранных технических решений. Владеет навыками работы с радиоизмерительными приборами,	Уверенно производит экспериментальную проверку выбранных технических решений. Владеет навыками работы с радиоизмерительными приборами.

				допуская небольшие неточности.	
--	--	--	--	-----------------------------------	--

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, ряд учебных заданий либо не выполнил, либо они оценены числом баллов, близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

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

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.1.1.	Под ред. Кулешова В.Н. и др.	Генерирование колебаний и формирование радиосигналов.	М.: Издательский дом МЭИ, 2008.	Учебное пособие, УМО «Радиотехника».	30
6.1.2	Ю.Г.Белов, В.А. Дюшков, Э.А.Ермилов	Радиопередающие устройства. Часть 1.	Н.Новгород, НГТУ им. Р.Е.Алексеева, 2015.	Комплекс учебно-методических материалов, Ученый совет НГТУ	30
6.1.3.	С.А.Бабунько, Ю.Г.Белов, Э.А.Ермилов, Е.П.Тимофеев	Радиопередающие устройства СВЧ.	Н.Новгород, НГТУ им. Р.Е.Алексеева, 2023.	Учебное пособие, Ученый совет НГТУ	50
6.1.4	Ю.Г.Белов, С.А. Бабунько	Радиопередающие устройства.	Н.Новгород, НГТУ им. Р.Е.Алексеева, 2017.	Учебное пособие	30

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.1.5.	В.А. Ворона	Радиопередающие устройства. Основы теории и расчета.	М.: Горячая линия - Телеком, 2007.	Учебное пособие, УМО по информационной безопасности.	20
6.1.6.	О.В.Алексеев, А.А.Головков, А.В.Митрофанов и др.	Генераторы высоких и сверхвысоких частот	М.: Высшая школа, 2003.	Учебное пособие, Минобразования РФ.	30
6.1.7.	Белов Ю.Г., Кашин А.В., Раевская Ю.В., Седаков А.Ю.	Микроэлектронные устройства СВЧ.	Н.Новгород, НГТУ им. Р.Е.Алексеева, 2019.	Учебное пособие, Ученый совет НГТУ	5

6.2. Справочно-библиографическая литература

6.2.1. Периодические издания

6.2.1.1. Журнал «Радиотехника».

6.2.1.2. Журнал «Радиотехника и электроника».

6.2.1.3. Журнал «Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника».

6.2.2. Интернет- ресурсы

6.2.2.1. А.Ю. Чернышев. Видеоуроки по радиопередающим устройствам. Высший колледж ПГТУ, 2013 [Электронный ресурс]. – URL: <http://vkpolitehnik.ru/index/0-216>

6.2.2.2. Библиотека студента на сайте кафедры РПДУ МТУСИ, 2013[Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rpdu-mtuci.ru/index.php/2009-08-07-19-01-38>

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1. Методические рекомендации по организации различных видов занятий

6.3.1.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей».

6.3.1.2. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятия по дисциплине «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей».

6.3.1.3. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей».

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей» находятся на кафедре «ФТОС».

6.3.2. Методические указания к лабораторным работам

6.3.2.1. Генератор с внешним возбуждением на электронной лампе : метод. указания к лаб. работе и практ. занятию по курсу «Устройства генерирования и формирования сигналов» для студентов, обучающихся по специальности 11.05.01 – «Радиоэлектронные системы и комплексы» и по курсу «Радиопередающие устройства» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.03.01 – «Радиотехника», всех форм обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост.: Ю.Г. Белов, И.А. Нефедьев. – Нижний Новгород, 2018. 51 с.

6.3.2.2. Генератор с внешним возбуждением на биполярном транзисторе: учебно-методическое пособие к практическому занятию и лабораторной работе по курсу «Радиопередающие устройства» для студентов, обучающихся по специальности 11.05.01 – «Радиоэлектронные системы и комплексы», по направлению подготовки 11.03.01 – «Радиотехника» и по курсу «Радиопередающие устройства СВЧ» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.04.02 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»/ НГТУ им.Р.Е. Алексеева; сост.: Ю.Г. Белов –Н.Новгород, 2020 – 53 с..

6.3.2.3. Амплитудная модуляция в транзисторных генераторах: метод. указания к лаб. работе и практ. занятию по курсу «Устройства генерирования и формирования сигналов» для студентов, обучающихся по специальности 11.05.01 – «Радиоэлектронные системы и комплексы» и по курсу «Радиопередающие устройства» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.03.01 – «Радиотехника», всех форм обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост.: Ю.Г. Белов, И.А. Нефедьев. – Нижний Новгород, 2018. 21 с.

6.3.2.4. Исследование импульсного модулятора с искусственной линией: метод. указания к лабораторной работе по курсу «Устройства генерирования и формирования радиосигналов» для студентов, обучающихся по специальности 210601.65 – «Радиоэлектронные системы и комплексы» всех форм обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост.: Ю.Г. Белов, И.А. Нефедьев. – Нижний Новгород, 2015 – 8 с.

6.3.2.5. Импульсные модуляторы с накопителями энергии емкостного типа: метод. пособие по курсу "Устройства генерирования и формирование радиосигналов" для студентов, обучающихся по специальности 210601.65 "Радиоэлектронные системы и комплексы" /НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост.: Ю.Г. Белов.– Нижний Новгород, 2015. – 38 с.

6.3.2.6. Частотные модуляторы на варикапах: метод. указания к лабораторной работе по курсам «Устройства генерирования и формирования сигналов» и «Радиопередающие устройства» для студентов специальностей 210302 и 210405 всех форм обучения / НГТУ; сост.: Ю.Г.Белов, Ю.В.Раевская–Н.Новгород, 2012 – 19 с.

6.3.2.7. Исследование кварцевых автогенераторов: метод. указания к лабораторной работе по курсу «Устройства генерирования и формирования сигналов» для студентов специальности 210302 – «Радиотехника» и «Радио передающие устройства», 210405 – «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» всех форм обучения / НГТУ; сост.: Ю.Г. Белов, А.В. Комяков. – Н.Новгород, 2008 – 25 с.

6.3.2.8. Изучение импульсной модуляции магнетрона: метод. указания к лабораторной работе по дисциплинам «Оптоэлектронные и СВЧ приборы и устройства» и «Электронные приборы СВЧ и квантовые приборы» для студентов специальностей «Физика и техника оптической связи», «Радиотехника» и «Радиосвязь, радиовещание и телевидение»/ НГТУ; Сост.: Э.А. Ермилов и др. – Н.Новгород, 2010 –19 с.

6.3.2.9. Изучение импульсной модуляции отражательного клистрона и ЛБВ-0: метод. указания к лабораторной работе по дисциплинам «Оптоэлектронные и СВЧ приборы и устройства» и «Электронные приборы СВЧ и квантовые приборы» для студентов специальностей «Физика и техника оптической связи», «Радиотехника» и «Радиосвязь, радиовещание и телевидение»/ НГТУ; Сост.: Э.А. Ермилов и др. – Н.Новгород, 2010 –19 с.

6.3.3. Методические материалы к курсовому проектированию

6.3.3.1. Ю.Г.Белов, Ю.К.Богатырев Устройства генерирования и формирования сигналов. Часть 3. – Н.Новгород, НГТУ им. Р.Е.Алексеева, 2010.

6.3.3.2. Общие требования к оформлению пояснительных записок и чертежей к курсовым и дипломным проектам (работам) для студентов специальностей 210302 – «Радиотехника» и 210405 – «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» всех форм обучения/ НГТУ; сост. Ю.Г. Белов, Ю.К. Богатырев, О.В. Половинкин – Н.Новгород. 2009. 45с.

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 Znanium.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 России [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

7.2. Перечень программного обеспечения информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	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 РОССТАНДАРТ	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 лицам с ограниченными возможностями 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.ntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

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

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

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

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

Для проведения лабораторных занятий используется специализированная лаборатория (ауд. 1219), количество посадочных мест – 12. Основное учебное оборудование лаборатории для проведения занятий по дисциплине «Передающие устройства СВЧ»:

- макеты лабораторных работ;
- генератор высокочастотных сигналов Г4-102;
- прибор для исследования АЧХ Х1-48;
- милливольтметр В3-41;
- цифровой вольтметр В7-38;
- частотомер ЧЗ-46;
- осциллограф С1-68.

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 «Передающие устройства СВЧ-диапазона» 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, лабораторных 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 студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

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

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

Промежуточная аттестация проводится в 8 семестре – 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 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 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 лабораторных работах

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

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

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

10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

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

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

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

10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

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

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

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в 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.

10.6. Методические указания по выполнению курсовой работы

Выполнение курсовой работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

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

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11. 1 Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости

11.1.1. Практические задания

1. Рассчитать ВЧ – генератор для установки вакуумного напыления микросхем с колебательной мощностью $P_1 = 250$ Вт, рабочей частотой $f_{\text{раб}} = 13,56$ МГц.

Исходные данные расчета

Параметры лампы: $P_{\text{ном}} = 250$ Вт; $f_{\text{max}} = 20$ МГц; $S = 4,2 \frac{\text{мА}}{\text{В}}$; $S_{\text{кр}} = 10 \frac{\text{мА}}{\text{В}}$; $D = 0,001$.

2. Рассчитать усилитель мощности на транзисторе КТ912А по схеме с общим эмиттером и П-образным контуром в коллекторной цепи транзистора.

Составить электрическую схему усилителя при параллельном питании цепей коллектора и базы транзистора.

Исходные данные расчета

- колебательная мощность, отдаваемая транзистором, $P_1 = 50$ Вт;
- постоянное напряжение на коллекторе, $E_k = 25$ В;
- частота входного сигнала $f = 15$ МГц;
- сопротивление нагрузки усилителя $R_n = 40$ Ом;
- параметры транзистора КТ912А: тип проводимости $n-p-n$;
 $h_{21э0} = 30$; $f_t = 100$ МГц; $r_e = 0,5$ Ом; $C_k = C_{ка} + C_{кп} = 240$ пФ; $C_э = 4000$ пФ;
 $L_э = L_б = 5$ нГн; $r_{нас} = 0,1$ Ом; $E' = 0,7$ В; $U_{кдоп} = 70$ В; $U_{бэдоп} = 5$ В;
 $I_{к доп} = 20$ А;
- допустимая температура переходов $t_{п доп} = 150^\circ \text{C}$;
- тепловое сопротивление переход-корпус $R_{пк} = 1,6^\circ \text{C/Вт}$;
- добротность контурной катушки $Q = 100$.

3. Рассчитать элементы коллекторной и базовой цепей питания усилителя мощности из домашнего задания 2.2.

4. Рассчитать элементы П-образного контура в коллекторной цепи транзистора усилителя мощности из домашнего задания 2.2.

5. Рассчитать характеристики (коэффициент фильтрации и КПД) П-образного контура в коллекторной цепи транзистора усилителя мощности из домашнего задания 2.4.

6. Определить волновое сопротивление несимметричной полосковой линии передачи, если известно, что в качестве диэлектрика используется материал с относительной диэлектрической проницаемостью равной 2,55, а погонная емкость линии 60 пФ/м.

7. Разработать рисунок микрополосковой платы согласующих и питающих цепей СВЧ транзисторного усилителя, используя метод эквивалентных схем.

8. Используя данные, известные из домашнего задания 2.2, и предполагая линейной статическую модуляционную характеристику, для критического режима генератора как для режима максимальной мощности при коллекторной АМ рассчитать $E_{к мол}$; $I_{к0}$

мол; $U_{\text{к мол}}$; $P_{1\text{ мол}}$; $P_{0\text{ мол}}$; $\eta_{\text{мол}}$ – в режиме молчания, считая $m=1$, а также $P_{\text{н ср}}$; $P_{0\text{ ср}}$; $\eta_{\text{ср}}$ – в среднем режиме (принять $m_{\text{ср}}=1$).

9. Построить спектр сигнала на выходе ОБП-модулятора 4-канального передатчика. Частота входного сигнала $f=15\text{ МГц}$; тип передаваемых сообщений – речевые.

10. Определить отношение амплитуд напряжений U_{21}/U_1 в двухрезонаторном клистроне при малых углах пролета электронов, если коэффициент усиления по мощности равен 16 дБ; КПД выходной колебательной системы 0,85; характеристические сопротивления входного и выходного резонаторов одинаковы, а добротность входного резонатора в 1,3 раза больше добротности выходного резонатора.

11. Определите частоту генерации ЛОВО при использовании первой обратной пространственной гармоники, если ускоряющее напряжение равно 3 кВ, $L=2\text{ мм}$, фазовая скорость прямой нулевой пространственной гармоники равна 10^8 м/с .

12. Определите амплитуду модулирующего напряжения и мощность модулятора при осуществлении частотной модуляции ЛОВ, если $f_o=2600\text{ МГц}$, девиация частоты 20 МГц, ток луча 20 мА. Частотную характеристику ЛОВ считать известной.

13. Импульсная мощность на выходе передатчика равна 200 кВт, КПД фидера 0,8; КПД магнетрона 0,64. Какую среднюю мощность потребляет анодная цепь, если длительность импульсов равна 2 мкс, а частота повторения 1 кГц?

11.1.2. Вопросы для групповых обсуждений результатов лабораторных работ

1. Значение диапазона СВЧ в радиотехнике. Виды СВЧ-передатчиков. Особенности современной элементной базы РПДУ СВЧ.

2. Структурная схема ГВВ. Математическая модель, энергетические соотношения, режимы работы ГВВ.

3. Биполярный транзистор как инерционный ЭП.

4. Принципы построения параллельных и последовательных схем питания (смещения) АЭ.

5. Требования, предъявляемые к цепям согласования активных элементов с нагрузкой.

6. Методы осуществления частотной и фазовой модуляции. Фазовые модуляторы и манипуляторы диапазона СВЧ.

7. Принципы работы усилителя на лампе бегущей волны.

8. Принципы работы генераторов магнетронного типа.

9. Чем определяется частота колебаний автогенератора? Амплитуда установившихся колебаний?

10. Схема Клаппа и ее особенности.

11. Причины нестабильности частоты АГ.

12. Принципы построения кварцевых автогенераторов.

11.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен, защита курсовой работы

11.2.1. Защита курсовой работы.

Результаты защиты курсовой работы выставляются по пятибалльной системе оценивания ("отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно")

Перечень тем курсовой работы

Спроектировать (произвести расчет и разработать конструкцию) согласующей цепи СВЧ транзисторного усилителя на отрезке микрополосковой линии (МПЛ).

1. Рассчитать волновое сопротивление согласующего отрезка МПЛ, предварительно оценив возможность реализации согласующей цепи при заданных значениях согласуемых сопротивлений.
2. Рассчитать ширину полосковых проводников согласующей линии и основного тракта.
3. Для согласующей линии произвести расчет характеристик МПЛ: $\epsilon_{\text{эф}}$; α ; Q ; f_{max} . Проверить выполнение условия $f < f_{\text{max}}$.
4. Вычислить длину волны Λ в согласующей линии.
5. Рассчитать длину согласующего отрезка МПЛ.
6. Нарисовать электрическую схему рассчитанной согласующей цепи вместе с транзистором.
7. Разработать конструкцию микрополосковой платы, разместив на ней линии основного тракта и согласующей цепи.
8. Выполнить чертеж общего вида разработанной платы.

Исходные данные:

- вид согласующей цепи (входная – базовая; выходная – коллекторная);
- тип транзистора, значения его входного (выходного) импедансов (активная составляющая, реактивности);
- волновое сопротивление основного тракта $\rho_0 = 50 \text{ Ом}$;
- рабочая частота f , ГГц;
- тип диэлектрика подложки МПЛ;
- толщина подложки h , мм;
- толщина напыления полоскового проводника МПЛ t , мкм.

Вариант №	Тип транзистора	Импеданс входной цепи транзистора		f , ГГц	Тип подложки	h , мм	t , мкм
		$R_{\text{вх}}$, Ом	$X_{\text{вх}}$, Ом				
00	КТ913А	1,5	2,4	0,3	СТ-7	2,0	15
02	КТ913Б	2,0	6,1	0,5	СТ-10	2,0	15
04	КТ913В	2,5	6,3	0,7	ФЛАН-5	2,0	15
06	2Т916А	2,2	4,8	0,9	Арсенид галлия	2,0	15
08	2Т916А	2,2	5,1	1,1	СТ-7	1,5	15
10	КТ919А	2,1	4,0	1,3	СТ-10	1,5	12
12	КТ919Б	2,3	5,0	1,5	ФЛАН-5	1,5	12
14	КТ919В	2,2	4,0	1,7	Арсенид галлия	1,5	12
16	КТ919В	2,1	6,8	2,0	СТ-7	1,0	12
18	КТ919Г	2,2	3,2	2,5	СТ-10	1,0	12
20	КТ937А-2	1,5	3,1	3,0	ФЛАН-5	1,0	10
22	КТ937А-2	1,6	3,3	3,5	Арсенид галлия	1,0	10
24	КТ937А-2	1,6	4,0	4,0	Поликор	1,0	10
26	КТ937А-2	1,6	4,2	4,5	СТ15-1	1,0	10
28	КТ937А-2	1,7	4,4	5,0	Поликор	0,5	8
30	КТ937А-2	1,7	4,7	5,5	СТ15-1	0,5	8

Вариант №	Тип транзистора	Импеданс выходной цепи транзистора		f , ГГц	Тип подложки	h , мм	t , мкм
		$R_{\text{вых}}$, Ом	$X_{\text{вых}}$, Ом				
01	КТ937А-2	3,0	-0,7	6,0	поликор	0,5	6
03	2Т643А-2	2,0	-2,8	5,8	СТ15-1	0,5	6
05	КТ937А-2	3,0	-0,8	5,3	поликор	1,0	8
07	2Т634А-2	2,1	-3,0	4,8	СТ15-1	1,0	8
09	КТ937А-2	2,9	-0,9	4,5	СТ-7	1,0	10
11	КТ937А-2	2,9	-1,0	4,0	СТ-10	1,0	10
13	2Т637А-2	2,5	-5,5	3,5	ФЛАН-5	1,0	10
15	2Т637А-2	2,5	-6,0	3,0	Арсенид галлия	1,0	10
17	КТ919А	2,1	-2,2	2,5	СТ-7	1,5	12
19	КТ919Б	2,1	-2,5	2,0	СТ-10	1,5	12
21	КТ919В	2,1	-2,7	1,8	ФЛАН-5	1,5	12
23	КТ919Г	2,0	-2,9	1,5	Арсенид галлия	1,5	12
25	2Т916А	2,2	6,0	1,0	СТ-7	2,0	15
27	2Т916А	2,1	6,5	0,7	СТ-10	2,0	15
29	2Т916А	2,1	3,5	0,4	ФЛАН-5	2,0	15

Перечень вопросов к защите курсового проекта /работы

1. Как определяется волновое сопротивление МПЛ?
2. Как рассчитать ширину полосковых проводников МПЛ?
3. Дать определение характеристик $\varepsilon_{\text{эф}}$; α ; Q ; f_{max} МПЛ.
4. Как рассчитать длину согласующего отрезка МПЛ?
5. Как вычисляется длина волны Λ в согласующей линии?

11.2.2. Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену

1. Широкодиапазонные цепи согласования (понятие о ШЦС, П-контур в качестве ШЦС, трансформаторы-линии).
2. Однополосная модуляция (достоинства и недостатки ОМ; фильтровый метод формирования ОМ; усиление однополосных колебаний; метод Кана).
3. Параллельное и двухтактное соединение активных элементов (понятие «кажущихся» сопротивлений; требования к схемам; недостатки схем; схемы на электронных лампах и транзисторах).
4. Мостовые схемы сложения мощностей («классический» мост; условия развязки; энергетические соотношения в МУ).
5. Синфазные и квадратурные мостовые устройства (схемы МУ на сосредоточенных элементах и на отрезках длинных линий).
6. Угловая модуляция.
7. Частотный модулятор на варикапе.
8. Принципы построения ВЧ и СВЧ автогенераторов.
9. Схемы транзисторных автогенераторов.

10. Нестабильность частоты автогенераторов и пути ее снижения.
11. Кварцевая стабилизация частоты (физические свойства кварца, эквивалентная схема кварцевого резонатора).
12. Схемы кварцевых автогенераторов.
13. Диапазонно-кварцевая стабилизация частоты.
14. Функциональные схемы РПДУ СВЧ различного назначения.
15. Транзисторные умножители частоты, балансные схемы.
16. Варакторные умножители СВЧ; схема одноваракторного умножителя, балансный удвоитель частоты
17. Фазовые манипуляторы и модуляторы отражательного и проходного типов.
18. Импульсные модуляторы для генераторов СВЧ. Модулятор с емкостным накопителем энергии и на отрезке длинной линии.
19. ИМ и ЧМ отражательного клистрона, выбор рабочих точек при разных полярностях модулирующих импульсов, выбор параметров схемы.
20. ИМ пролетного клистрона: схемы, параметры, характеристики; ИМ и ЧМ в режиме автогенерации.
21. ИМ магнетрона, влияние на генерацию формы модулирующего импульса.
22. ИМ и ФМ ЛБВ-О,Е: схемы, выбор параметров цепей. ЧМ ЛБВ-О,Е в режиме автогенерации.
23. ИМ и ЧМ ЛОВ-М: схемы, особенности режимов.
24. ИМ ЛБВ-М: схемы, особенности модуляции дематронов и бидематронов.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института ИЯЭиТФ

_____Хробостов

А.Е.Легчанов

“__” _____ 2025 г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины
Б1.В.ОД.20 Передающие устройства СВЧ-диапазона
для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность: Оптические системы и сети связи

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Курс 4

Семестр 8

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)

Разработчики: Белов Ю.Г., д.т.н., профессор

«__» _____ 202 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ФТОС

_____ протокол № _____ от «__» _____ 202__ г.

Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой ФТОС _____ «__» _____ 202 г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» _____ 202 г.