

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

Учебно-научный институт радиоэлектроники и информационных
технологий (ИРИТ)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:

_____ Мякинников А.В.

« 22 » апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.5 – Радиопередающие устройства
для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.01 – Радиотехника

Направленность: Радиоэлектронные системы

Формы обучения: очная; заочная.

Год начала подготовки: 2024, 2025

Выпускающая кафедра ИРС

Кафедра-разработчик ФТОС

Объем дисциплины 252 часа/7з.е.

Промежуточная аттестация: зачет (7 сем.), экзамен (8сем)

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 11.03.01- «Радиотехника», утвержденного приказом МИНОБР-НАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 года № 931 на основании учебных планов, принятых УМС НГТУ, протоколы от 21.05.2024г № 16 и от 12.12. 2024г № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры ФТОС, протокол от 12.03.2025 г. № 16.

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

Программа рекомендована к утверждению советом ИРИТ, где реализуется данная программа, протокол от 22.04.2025 г № 3

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.03.01-Р-36.

Начальник МО _____.

Заведующая отделом комплектования НТБ

(подпись) Н.И. Кабанина

Содержание

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
1.1. Цель освоения дисциплины.....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)	
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	11
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	27
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	30
6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда.....	30
6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	31
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	33
7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)	33
7.2. Перечень программного обеспечения информационных справочных систем	33
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	34
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	34
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..	34
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа	35
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах	36
10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	36
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	37
11.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ...	37
11.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	43

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1.1. **Целью освоения дисциплины** является формирование необходимых компетенций по разработке и технической эксплуатации радиопередающих устройств различного назначения

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение принципов и методов построения структурных схем радиопередающих устройств различного назначения и различных диапазонов частот;
- изучение функциональных и схемотехнических особенностей устройств генерирования высокочастотных колебаний и управления этими колебаниями;
- овладение навыками измерения характеристик радиопередающих устройств с использованием современной аппаратуры;
- ознакомление с перспективными направлениями развития теории и техники радиопередающих устройств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) «Радиопередающие устройства» относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного цикла Б1.В. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Основы теории цепей», «Электроника», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Основы конструирования РЭС», «Основы компьютерного проектирования РЭС», «Радиоавтоматика», «Направляющие и колебательные системы СВЧ», «Электропитание устройств систем телекоммуникаций».

Дисциплина «Радиопередающие устройства» является предшествующей для изучения следующих дисциплин: «Основы техники радиоприема», «Оптические устройства в радиотехнике», «Радиотехнические системы», «Микроэлектронные устройства СВЧ», «Телевидение и видеотехника».

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 подготовки 11.03.01 – «Радиотехника»:

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

ПКС-2. Способен разрабатывать структурные, функциональные, принципиальные схемы радиоэлектронных устройств, осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры

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-1								
Основы компьютерного проектирования РЭС								

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Статистическая теория радиотехнических систем								
Радиоавтоматика								
Основы техники радиоприема								
Радиопередающие устройства								
Функциональное моделирование								
Оптические устройства в радиотехнике								
Радиотехнические системы								
Устройства СВЧ и антенны								
Цифровая обработка сигналов								
Микроэлектронные устройства СВЧ								
Интегральная СВЧ схемотехника								
Электродинамика и распространение радиоволн. Дополнительные главы.								
Направляющие и колебательные системы СВЧ								
Телевидение и видеотехника								
Цифровая аудио- и видеотехника								
Лабораторный практикум по проектированию интегрированных модулей цифровой обработки сигналов								
Научно-исследовательская работа								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-2								
Радиоавтоматика								
Основы техники радиоприема								
Радиопередающие устройства								
Функциональное моделирование								
Оптические устройства в радиотехнике								
Радиотехнические системы								
Телевидение и видеотехника								
Цифровая аудио- и видеотехника								
Электропреобразовательные устройства РЭС								
Электропитание устройств систем телекоммуникаций								
Электронные СВЧ и квантовые приборы								
Оптоэлектронные и квантовые приборы СВЧ								
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-1 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, осуществлять тестирование работы радиоэлектронной аппаратуры с использованием современной измерительной техники.	Освоение дисциплины причастно к ТФ В/01.5 (ПС 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)»), решает задачи проведения моделирования объектов и процессов, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ; проведения тестирования радиоэлектронной аппаратуры с использованием современной измерительной техники; анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; участия в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработке результатов с применением современных информационных технологий и технических средств; составления обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований; организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок					
	ИПКС-1 Строит физические и математические модели узлов и блоков радиотехнических устройств и систем. ИПКС-1.2 Выполняет математическое моделирование объектов и процессов, осуществляет тестирование аппаратного и программного обеспечения радиоэлектронной аппаратуры.	Знать: - возможности современных систем математического моделирования и автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры применительно к радиопередающим устройствам.	Уметь: - ставить задачу математического моделирования конкретных радиопередающих устройств.	Владеть: основными навыками системотехнического и схемотехнического моделирования радиопередающих устройств, протекающих в них процессов с целью анализа и оптимизации параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая универсальные и специализированные пакеты прикладных программ.	<u>Очная форма обучения:</u> Контрольные вопросы к лабораторным работам. Отчеты по лабораторным работам. Домашние задания. Вопросы для групповых обсуждений <u>Заочная форма обучения:</u> Контрольная работа. Контрольные вопросы к лабораторным работам. Отчеты по лабораторным работам. Вопросы для письменного опроса, проводи-	Вопросы для устного собеседования: билеты Курсовая работа

					мого в дистанционном формате.	
ПКС-2. Способен разрабатывать структурные, функциональные, принципиальные схемы радиоэлектронных устройств, осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры	<i>Освоение дисциплины причастно к ТФ В/01.5 (ПС 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)»), решает задачи разработки структурных, функциональных, принципиальных схем радиоэлектронных устройств; проведения технического обслуживания радиоэлектронной аппаратуры ; проведения предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем; сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; разработки проектной и технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ; контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.</i>					
	ИПКС-2.1. Оценивает принципы проектирования радиоэлектронных устройств, осуществляет настройку радиоэлектронной аппаратуры. ИПКС-2.2. Проводит расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, оценивает техническое состояние радиоэлектронной аппаратуры.	Знать: -современную узловую и элементную базу радиопередающих устройств.	Уметь: - производить расчет типовых электрических схем и узлов радиопередающих устройств для получения заданных технических характеристик.	Владеть: - навыками использования современной аппаратуры для измерения характеристик радиопередающих устройств ВЧ и СВЧ диапазонов	<u>Очная форма обучения:</u> Контрольные вопросы к лабораторным работам. Отчеты по лабораторным работам. Домашние задания. Вопросы для групповых обсуждений <u>Заочная форма обучения:</u> Контрольная работа. Контрольные вопросы к лабораторным работам. Отчеты по лабораторным работам. Вопросы для письменного опроса, проводимого в дистанционном формате.	Вопросы для устного собеседования: билеты Курсовая работа

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач.ед. 252 часа, распределение часов по видам работ и семестрам для различных форм обучения представлено в таблицах 3,а,б,в.

Таблица 3,а–Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		7 сем	8 сем
Формат изучения дисциплины	очный		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	252	108	144
1. Контактная работа:			
1.1.Аудиторная работа,в том числе:	87	51	36
занятия лекционного типа (Л)	41	17	24
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	17	17	-
лабораторные работы (ЛР)	29	17	12
1.2.Внеаудиторная, в том числе	9	2	7
Курсовой проект (КП) (консультация, защита)	6	-	4
текущий контроль, консультации по дисциплине	2	1	1
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	3	1	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	129	55	74
контрольная работа	-	-	-
Курсовой проект (КП) (подготовка)	54	-	54
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.)	57	37	20
Подготовка к экзамену (контроль)	27	-	27
Подготовка к зачёту (контроль)	18	18	-

Таблица 3,б–Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		8 сем	9 сем
Формат изучения дисциплины	очный		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	252	108	144
1. Контактная работа:			
1.3.Аудиторная работа,в том числе:	34	14	20
занятия лекционного типа (Л)	16	6	10
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	-	-	-
лабораторные работы (ЛР)	18	8	10
1.4.Внеаудиторная, в том числе	10	3	7
Курсовой проект (КП) (консультация, защита)	4	-	4
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	3	1

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		8 сем	9 сем
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	-	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	195	51	144
контрольная работа	18	18	-
Курсовой проект (КП) (подготовка)	72	-	72
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.)	105	33	72
Подготовка к экзамену (контроль)	9	-	9
Подготовка к зачёту (контроль)	4	4	-

4.2.Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4,а - Содержание дисциплины, структурированное по темам для очной формы обучения

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				
7 СЕМЕСТР								
ПКС-1 ПКС-2	Раздел 1. Введение.							
	Тема 1.1. Принципы построения радиопередающих устройств. Основные технические характеристики и параметры передатчиков	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 1. Составление технических требований на радиопередатчик.			2,0	3,0	Подготовка к ПЗ [6.1.1],	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				4,0			
	Итого по 1 разделу	2,0	-	2,0	4,0			
	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.	3,0			1,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.4.4]	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 2. Фазовые соотношения в ламповом ГВВ			2,0	3,0	Подготовка к ПЗ [6.1.1], [6.1.2], [6.4.4]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	Лабораторная работа № 1. Генератор с внешним возбуждением на электронной лампе.		4,0		6,0	Подготовка к ЛР [6.4.4]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым закономерностям, оценка точности эксперимента).	
	Тема 2.2. Основы инженерного расчета и автоматизации проектирования ГВВ.	1,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.7], [6.1.9]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 3. Технический расчет лампового ГВВ			2,0	3,0	Подготовка к ПЗ [6.4.4]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	Тема 2.3. Основы теории и расчета транзисторных ГВВ.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.4.5]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 4. Анализ работы и технический			2,0	3,0	Подготовка к ПЗ	Дискуссия (обсуждение решения задач, выпол-	

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				
	расчет транзисторного ГВВ.					[6.4.5]	ненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	Лабораторная работа № 2. Исследование ГВВ на биполяр- ном транзисторе.		8,0		8,0	Подготовка к ЛР [6.4.5]	Круглый стол (обсужде- ние полученных резуль- татов, их соответствие изучаемым закономер- ностям, оценка точности эксперимента).	
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела				26,0			
	Итого по 2 разделу	5,0	12,0	6,0	26,0			
	Раздел 3. Схемотехника генераторов с внешним возбуждением							
	Тема 3.1. Схемы цепей питания активных элементов.	1,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 5. Расчет элементов цепей питания генераторов			2,0	3,0	Подготовка к ПЗ [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выпол- ненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	Тема 3.2. Ключевые усилители мощности	1,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]	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				
	Тема 3.3. Согласование актив- ных элементов с нагрузкой.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.6], [6.1.8]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 6. Расчет простой цепи согласо- вания в виде П-контура.			2,0	3,0	Подготовка к ПЗ [6.1.1], [6.1.7]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выпол- ненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	Практическое занятие 7. Расчет характеристик простой цепи согласования.			2,0	3,0	Подготовка к ПЗ [6.1.1], [6.1.7]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выпол- ненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	Тема 3.4. Умножители частоты.	1,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.7], [6.1.10]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п	
	Тема 3.5. Сложение мощностей активных элементов и генерато- ров.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.7], [6.1.10]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				12,5			
	контрольная работа(КР)			2,0	3,0	Подготовка к	Обсуждение результатов	

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				
							КР	контрольной работы.
	Итого по 3 разделу	7,0	-	6,0	15,5			
ПКС-1 ПКС-2	Раздел 4. Передатчики с амплитудной и однополосной модуляцией							
	Тема 4.1. Амплитудная модуляция.	1,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Лабораторная работа № 3. Амплитудная модуляция в транзисторных генераторах		5,0		7,0	Подготовка к ЛР [6.4.6]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым закономерностям, оценка точности эксперимента).	
	Тема 4.2. Однополосная модуляция.	1,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.2], [6.1.7], [6.1.8], [6.1.10]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 8. Спектры сигналов в ОБП – модуляторе.			1,0	1,5	Подготовка к ПЗ [6.1.2], [6.1.7]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				9,5			
	Итого по 4 разделу	2,0	5,0	1,0	9,5			
	ИТОГО ЗА 7 СЕМЕСТР	17	17	17	55			

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				
8 СЕМЕСТР								
	Раздел 5. Угловая модуляция							
ПКС-1 ПКС-2	Тема 5.1. Характеристики ЧМ - и ФМ - колебаний.	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.3],[6.1.4], [6.1.7]	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], [6.1.3],[6.1.4], [6.1.7]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Лабораторная работа № 4 Частотные модуляторы на варикапах.		4,0		4,0	Подготовка к ЛР [6.4.9]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым закономерностям, оценка точности эксперимента).	
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела				5,0			
	Итого по 5 разделу	4,0	4,0	-	5,0			
	Раздел 6. Импульсная модуляция							
	Тема 6.1. Особенности формирования мощных импульсных сигналов. Импульсные модуляторы с емкостными накопителями и искусственными линиями.	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.3],[6.1.4], [6.1.7],[6.4.8]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Лабораторная работа № 5		4,0		4,0	Подготовка к	Круглый стол (обсужде-	

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				
	Исследование импульсного модулятора с искусственной линией.					ЛР [6.1.4], [6.4.7], [6.4.8]	ние полученных результатов, их соответствие изучаемым закономерностям, оценка точности эксперимента).	
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				4,5			
	Итого по 6 разделу	2,0	4,0	-	4,5			
	Раздел 7. Возбудители передатчиков							
	Тема 7.1. Транзисторные автогенераторы.	4,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.3],[6.1.4], [6.1.5], [6.1.7], [6.1.10]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 7.2. Нестабильность частоты автогенераторов и пути ее снижения.	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.3],[6.1.4], [6.1.5], [6.1.7]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 7.3. Кварцевая стабилизация частоты.	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.3],[6.1.4], [6.1.5], [6.1.7]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
Лабораторная работа № 6 Исследование кварцевых автогенераторов		4,0		4,0	Подготовка к ЛР [6.1.1], [6.4.10]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым закономер-		

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				
							ностям, оценка точности эксперимента).	
	Тема 7.4. Устройства формирования сетки стабильных частот.	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.3],[6.1.4], [6.1.5], [6.1.7]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Самостоятельная работа по освоению 7раздела:				6,5			
	Итого по 7разделу	10,0	4,0	-	6,5			
ПКС-1 ПКС-2	Раздел 8. Особенности передатчиков различного назначения							
	Тема 8.1. Связные передатчики и передатчики систем спутниковой и радиорелейной связи.	3,0			1,5	Подготовка к лекциям [6.1.3],[6.1.4], [6.1.8]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 8.2. Телевизионные передатчики.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.4], [6.1.3],[6.1.4], [6.1.8]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 8.3. Нежелательные излучения радиопередатчиков. Проблемы ЭМС.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.3],[6.1.4] [6.1.8]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Самостоятельная работа по				3,5			

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				
	освоению 8 раздела:							
	Итого по 8 разделу	7,0	-	-	3,5			
	Раздел 9. Заключение.							
	Тема 9.1. Перспективы разви- тия теории и техники радиопе- редающих устройств	1,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.4], [6.1.9]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Самостоятельная работа по освоению 9 раздела:				0,5			
	Итого по 9 разделу	1,0	-	-	0,5			
	Курсовой проект (КП)				54	Выполнение КП [6.1.7],[6.4.11], [6.4.12]		
	ИТОГО ЗА 8 СЕМЕСТР	24	12	-	74			
	ИТОГО по дисциплине	41	29	17	129			

Таблица 4,в - Содержание дисциплины, структурированное по темам для заочной формы обучения

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				
8 СЕМЕСТР								
ПКС-1 ПКС-2	Раздел 1. Введение.							
	Тема 1.1. Принципы построения радиопередающих устройств. Основные технические характеристики и параметры передатчиков	1,0			3,0	Работа с литературой [6.1.1], [6.1.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				3,0			
	Итого по 1 разделу	1,0	-	-	3,0			
	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.	1,0			6,0	Работа с литературой [6.1.1], [6.1.2], [6.4.4]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 2.2. Основы инженерного расчета и автоматизации проектирования ГВВ.				1,0	Работа с литературой [6.1.7], [6.1.9], [6.4.4]		
	Тема 2.3. Основы теории и расчета транзисторных ГВВ.	1,0			2,0	Работа с литературой [6.1.2], [6.4.5]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг,	

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				
							компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Лабораторная работа № 1. Исследование ГВВ на биполяр- ном транзисторе.		4,0		6,0	Подготовка к ЛР [6.4.5]	Круглый стол (обсужде- ние полученных резуль- татов, их соответствие изучаемым закономер- ностям, оценка точности эксперимента	
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела				15,0			
	Итого по 2 разделу	2,0	4,0	-	15,0			
	Раздел 3. Схемотехника генераторов с внешним возбуждением							
	Тема 3.1. Схемы цепей питания активных элементов.	1,0			2,0	Работа с лите- ратурой [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 3.2. Ключевые усилители мощности				1,0	Работа с лите- ратурой [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7]		
Тема 3.3. Согласование актив- ных элементов с нагрузкой.	1,0			2,0	Работа с лите- ратурой [6.1.1], [6.1.2], [6.1.6], [6.1.8]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
Тема 3.4. Умножители частоты.				1,0	Работа с лите- ратурой			

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				
						[6.1.7], [6.1.10]		
	Тема 3.5. Сложение мощностей активных элементов и генерато- ров.				1,0	Работа с лите- ратурой [6.1.1], [6.1.7], [6.1.10]		
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				7,0			
	Итого по 3 разделу	2,0	-	-	7,0			
ПКС-1 ПКС-2	Раздел 4. Передатчики с амплитудной и однополосной модуляцией							
	Тема 4.1. Амплитудная модуля- ция.				1,0	Работа с лите- ратурой [6.1.1], [6.1.2], [6.1.7], [6.4.6]		
	Лабораторная работа № 2. Амплитудная модуляция в тран- зисторных генераторах		4,0		6,0	Подготовка к ЛР [6.4.6]	Круглый стол (обсужде- ние полученных резуль- татов, их соответствие изучаемым закономер- ностям, оценка точности эксперимента	
	Тема 4.2. Однополосная моду- ляция.	1,0			1,0	Работа с лите- ратурой [6.1.2], [6.1.2], [6.1.7], [6.1.8], [6.1.10]		
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				8,0			
	Итого по 4 разделу	1,0	4,0	-	8,0			
	Контрольная работа (КР)				18	Выполнение КР [6.1.2], [6.1.8], [6.4.5],[6.4.12]		

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 ЗА 8 СЕМЕСТР	6	8	-	51			
9 семестр								
	Раздел 5. Угловая модуляция							
ПКС-1 ПКС-2	Тема 5.1. Характеристики ЧМ - и ФМ - колебаний.	1,0			6,0	Работа с лите- ратурой [6.1.1], [6.1.3],[6.1.4], [6.1.7]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 5.2. Методы осуществле- ния частотной и фазовой моду- ляции и манипуляции	1,0			6,0	Работа с лите- ратурой [6.1.1], [6.1.3],[6.1.4], [6.1.7], [6.4.9]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Лабораторная работа № 3 Частотные модуляторы на вари- капах.		4,0		8,0	Подготовка к ЛР [6.4.9]	Круглый стол (обсужде- ние полученных резуль- татов, их соответствие изучаемым закономер- ностям, оценка точности эксперимента).	
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела				20,0			
	Итого по 5 разделу	2,0	4,0	-	20,0			
	Раздел 6. Импульсная модуляция							
	Тема 6.1. Особенности форми- рования мощных импульсных сигналов. Импульсные модуля- торы с емкостными накопите- лями и искусственными линия-				6,0	Работа с лите- ратурой [6.1.3],[6.1.4], [6.1.7],[6.4.8]		

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				
	ми.							
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				6,0			
	Итого по 6 разделу	-	-	-	6,0			
	Раздел 7. Возбудители передатчиков							
	Тема 7.1. Транзисторные авто-генераторы.	2,0			4,0	Работа с лите- ратурой [6.1.1], [6.1.3],[6.1.4], [6.1.5], [6.1.7], [6.1.10]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 7.2. Нестабильность частоты авто- генераторов и пути ее сниже- ния.	1,0			6,0	Работа с лите- ратурой [6.1.1], [6.1.3],[6.1.4], [6.1.5], [6.1.7]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 7.3. Кварцевая стабилизация часто- ты.	2,0			4,0	Работа с лите- ратурой [6.1.1], [6.1.3],[6.1.4], [6.1.5], [6.1.7], [6.4.10]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
Лабораторная работа № 4 Исследование кварцевых авто- генераторов		6,0		8,0	Подготовка к ЛР [6.1.1], [6.4.10]	Круглый стол (обсужде- ние полученных резуль- татов, их соответствие изучаемым закономер- ностям, оценка точности эксперимента).		
Тема 7.4. Устройства формирования сетки	2,0			4,0	Работа с лите- ратурой	Презентации с исполь- зованием 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				
	стабильных частот.					[6.1.1], [6.1.3],[6.1.4], [6.1.5], [6.1.7]	вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Самостоятельная работа по освоению 7раздела:				26,0			
	Итого по 7разделу	7,0	6,0	-	26,0			
ПКС-1 ПКС-2	Раздел 8. Особенности передатчиков различного назначения							
	Тема 8.1. Связные передатчики и передатчики систем спутниковой и радиорелейной связи.				6,0	Работа с литературой [6.1.3],[6.1.4], [6.1.8]		
	Тема 8.2. Телевизионные передатчики.				6,0	Работа с литературой [6.1.4], [6.1.3],[6.1.4], [6.1.8]		
	Тема 8.3. Нежелательные излучения радиопередатчиков. Проблемы ЭМС.				6,0	Работа с литературой [6.1.3],[6.1.4] [6.1.8]		
	Самостоятельная работа по освоению 8 раздела:				18,0			
	Итого по 8 разделу	-	-	-	18,0			
	Раздел 9. Заключение.							
Тема 9.1. Перспективы развития теории и техники радиопередающих устройств	1,0			2	Работа с литературой [6.1.4], [6.1.9]	Презентации с использованием 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				
	Самостоятельная работа по освоению 9 раздела:				2,0			
	Итого по 9 разделу	1,0	-	-	2,0			
	Курсовой проект (КП)				72	Выполнение КП [6.1.7],[6.4.11], [6.4.12]		
	ИТОГО ЗА 9 СЕМЕСТР	10	10	-	144			
	ИТОГО по дисциплине	16	18	-	195			

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-1 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, осуществлять тестирование работы радиоэлектронной аппаратуры с использованием современной измерительной техники.	ИПКС-1.1. Строит физические и математические модели узлов и блоков радиотехнических устройств и систем.	Не умеет строить физические и математические модели узлов и блоков радиотехнических устройств и систем. Не имеет понятия о современном состоянии указанной области знаний.	Умеет строить физические и математические модели узлов и блоков радиотехнических устройств и систем. Слабо знаком с современным состоянием указанной области знаний.	Умеет строить физические и математические модели узлов и блоков радиотехнических устройств и систем, допуская небольшие ошибки. Хорошо знаком с современным состоянием указанной области знаний.	Умеет строить физические и математические модели узлов и блоков радиотехнических устройств и систем. Отлично знаком с современным состоянием указанной области знаний.
	ИПКС-1.2. Выполняет математическое моделирование объектов и процессов, осуществляет тестирование аппаратного и программного обеспечения радиоэлектронной аппаратуры	Не умеет выполнять математическое моделирование объектов и процессов, тестировать аппаратное и программное обеспечение радиоэлектронной аппаратуры	Умеет выполнять математическое моделирование объектов и процессов, тестировать аппаратное и программное обеспечение радиоэлектронной аппаратуры, допуская ошибки.	Умеет выполнять математическое моделирование объектов и процессов, тестировать аппаратное и программное обеспечение радиоэлектронной аппаратуры, допуская небольшие неточности.	Умеет выполнять математическое моделирование объектов и процессов, тестировать аппаратное и программное обеспечение радиоэлектронной аппаратуры.

ПКС-2. Способен разрабатывать структурные, функциональные, принципиальные схемы радиоэлектронных устройств, осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры	ИПКС-2.1. Оценивает принципы проектирования радиоэлектронных устройств, осуществляет настройку радиоэлектронной аппаратуры .	Не умеет оценивать принципы проектирования радиоэлектронных устройств, осуществлять настройку радиоэлектронной аппаратуры. Не имеет понятия о современном состоянии указанных областей знаний.	Умеет оценивать принципы проектирования радиоэлектронных устройств, допуская ошибки. Слабо знаком с современным состоянием указанной области знаний.. Имеет слабые навыки настройки радиоэлектронной аппаратуры.	Умеет оценивать принципы проектирования радиоэлектронных устройств, допуская небольшие неточности. Хорошо знаком с современным состоянием указанной области знаний. Имеет навыки настройки радиоэлектронной аппаратуры.	Умеет оценивать принципы проектирования радиоэлектронных устройств. Отлично знаком с современным состоянием указанной области знаний. Уверенно осуществляет настройку радиоэлектронной аппаратуры .
	ИПКС-2.2. Проводит расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, оценивает техническое состояние радиоэлектронной аппаратуры	Не умеет проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, оценивать техническое состояние радиоэлектронной аппаратуры	Умеет проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, оценивать техническое состояние радиоэлектронной аппаратуры, допуская ошибки.	Умеет проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, оценивать техническое состояние радиоэлектронной аппаратуры, допуская небольшие неточности.	Умеет проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, оценивать техническое состояние радиоэлектронной аппаратуры.

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).

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.1.1.	А.Г.Самойлов, С.А.Самойлов.	Устройства генерирования и формирования сигналов	Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018	Учебное пособие	5
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.	Ю.Г.Белов, В.А. Дюшков, Э.А.Ермилов	Устройства генерирования и формирования сигналов. Часть 2.	Н.Новгород, НГТУ им. Р.Е.Алексеева, 2011.	Комплекс учебно-методических материалов, 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

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.1.5	Л.А.Белов	Формирование стабильных частот и сигналов	М.: Изд. центр «Академия», 2005.	Учебное пособие, Минобрнауки РФ.	10
6.1.6.	В.А. Ворона	Радиопередающие устройства. Основы теории и расчета.	М.: Горячая линия - Телеком, 2007.	Учебное пособие, УМО по информационной безопасности.	20
6.1.7	В.Л. Карякин	Устройства генерирования и формирования сигналов в системах подвижной радиосвязи	М.: Радио и связь 2007.	Учебник для вузов, УМО по образованию в области телекоммуникаций	5

6.2. Периодические издания

6.2.1. Журнал «Радиотехника».

6.2.2. Журнал «Радиотехника и электроника».

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

6.3. Интернет- ресурсы

6.3.1. В.В.Шахгильдян, В.Б.Козырев, А.А.Ляховкин, В.П.Нуянзин, В.М.Розов, М.С.Шумилин. Радиопередающие устройства. Учебник для высших учебных заведений, 2007.[Электронный ресурс]. – URL:

<http://www.rfcmd.ru/page/1966>.

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

6.3.3.Б.Е.Петров, В.А.Романюк. Радиопередающие устройства на полупроводниковых приборах, 2007 [Электронный ресурс]. – URL: <http://mirknig.com/knigi/apparatura/1181247136-radioperedayushhie-ustrojstva-na.html>

6.3.4. Радиопередающие устройства в системах радиосвязи:учеб.пособие/ Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин, О.А. Белоусов [и др.]. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 176 с. – ISBN 978-5-507-46244-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/303020>

6.3.5. Проектирование радиопередающих устройств для систем подвижной радиосвязи: учеб. пособие / Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин, О.А. Белоусов [и др.]. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 116 с. – ISBN 978-5-507-46629-0. – Текст:электронный //Лань:электронно-блиотечная система.–URL:<https://e.lanbook.com/book/314705>

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

6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические рекомендации по организации различных видов занятий

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

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

6.4.3. 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».

Методические указания к лабораторным работам

6.4.4. 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.

6.4.5. 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..

6.4.6. 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.

6.4.7. 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.

6.4.8. 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.

6.4.9. 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.

6.4.10. 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.

Методические материалы к курсовому проектированию

- 6.4.11. Ю.Г.Белов, Ю.К.Богатырев Устройства генерирования и формирования сигналов. Часть 3. – Н.Новгород, НГТУ им. Р.Е.Алексеева, 2010.
- 6.4.12 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)

1. 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.tolgaz.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 Россия [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 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 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.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

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

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

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

- - зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 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 «Радиопередающие устройства» используются со-

временные 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 перерыва 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 в 7 семестре проводится в форме зачета с учетом текущей успеваемости, в 8 семестре – в форме экзамена также 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 для выполнения контрольной работы

Студенты заочной формы обучения в 4-м семестре выполняют контрольную работу. Задание на работу выдается в начале семестра. Работа сдается для проверки на кафедру «Физика и техника оптической связи» или высылается по электронной почте.

10.7. Методические указания для выполнения курсового проекта

Выполнение курсового проекта 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

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

- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам;
- проверка выполнения домашних заданий;
- выполнение контрольной работы (только для студентов заочной формы обучения);
- письменный опрос студентов, проводимый в дистанционном формате (только для студентов заочной формы обучения).

11.1.1 Контрольные вопросы для подготовки к лабораторным работам

Контрольные вопросы для подготовки к лабораторной работе №1 (только для студентов очной формы обучения)

«Генератор с внешним возбуждением на электронной лампе»

1. Что означает безынерционность электронной лампы как активного элемента? Какое значение имеет это свойство лампы для анализа работы ГВВ?
2. Принципиальная схема ГВВ и ее основные цепи.
3. Какие функции выполняет колебательный контур в активной цепи лампы?
4. Записать основные энергетические соотношения в цепях лампового ГВВ.
5. Почему в генераторах применяется, в основном, режим работы ламп с отсечкой тока?
6. По каким признакам производится классификация режимов работы ГВВ по напряженности? Что является критерием напряженности режима?
7. Нарисовать нагрузочные характеристики лампового ГВВ и объяснить их характер.
8. Нарисовать зависимости токов в генераторе от амплитуды возбуждения, напряжений смещения и анодного питания; объяснить характер этих зависимостей.
9. Дать сравнительную характеристику различных режимов ГВВ (ННР, КР, ПНР) по энергетическим показателям.
10. Указать области практического применения различных режимов ГВВ.
11. Почему при работе ГВВ на расстроенный колебательный контур в ПНР провал в импульсе анодного тока располагается не в центре?

Контрольные вопросы для подготовки к лабораторной работе №2

«Генератор с внешним возбуждением на биполярном транзисторе»

1. Почему для поддержания постоянной мощности в нагрузке ГВВ по мере повышения частоты необходимо увеличивать амплитуду тока базы $I_{б0}$?

2. Изобразить эквивалентную схему коллекторной цепи транзистора. Как она описывает работу транзисторного ГВВ в разных режимах по напряженности?
3. Нарисуйте электрические схемы транзисторного ГВВ с резонансной и резистивной нагрузками. Объясните назначение элементов схемы.
4. Нарисуйте вид осциллограмм импульса коллекторного тока и напряжения на коллекторе при работе ГВВ в разных режимах по напряженности (отдельно для генератора с резонансной и резистивной нагрузками). Как объясняется вид осциллограмм с помощью эквивалентной схемы коллекторной цепи ГВВ?
5. Как изменяется форма импульсов коллекторного тока $i_k(\omega t)$ генератора с резонансной нагрузкой при расстройке коллекторного контура в недонапряженном и в перенапряженном режимах?
6. Почему при работе в перенапряженном режиме даже принастроенном в резонанс LC-контуре в напряжении $e_k(\omega t)$ появляется уплощение?
7. Почему нагрузочная характеристика $P_1(R_n)$ имеет экстремальную точку?
8. В чем энергетические особенности недонапряженного, перенапряженного и ключевого режимов?
9. Опишите баланс мощностей в коллекторной цепи транзисторного ГВВ.
10. В каком режиме по напряженности достигается максимальный КПД ГВВ? Почему?
11. Объясните назначение основных элементов схемы лабораторного стенда.
12. С помощью каких элементов схемы лабораторного стенда производится наблюдение осциллограмм токов в цепях транзисторного ГВВ?

Контрольные вопросы для подготовки к лабораторной работе №3 «Амплитудная модуляция в транзисторных генераторах»

1. Какие режимы работы генератора выделяют при АМ? Запишите выражения для колебательной мощности в различных режимах.
2. Какими качественными показателями оценивается АМ?
3. Как осуществляется амплитудная модуляция в транзисторных генераторах? Почему практически применяется только коллекторная АМ, а для повышения качественных и энергетических показателей применяется, как правило, комбинированная коллекторная модуляция?
4. Изобразите упрощенную схему транзисторного генератора при коллекторной АМ.
5. Нарисуйте статические модуляционные характеристики для токов, выходного напряжения U_n , мощностей (P_0 , P_1), составляющих коллекторного тока I_{k1} , I_{k0} и КПД η при коллекторной АМ.
6. Чем обусловлен высокий КПД генератора при коллекторной АМ?
7. Какие элементы схемы генератора обуславливают частотные искажения при коллекторной АМ?
8. При какой напряженности режима транзистора возможно осуществлять коллекторную модуляцию? Какой режим допустим в максимальной точке статической модуляционной характеристики? Возможна ли коллекторная модуляция в ключевых генераторах?
9. Почему возникают нелинейные искажения при коллекторной АМ?
10. Как определяется необходимая мощность модулятора при заданных мощ-

ности $P_{1 \text{ мол}}$ и глубине модуляции m ?

11. Какого характера нагрузку представляет коллекторная цепь модулируемого генератора для модулятора: активную, реактивную или комплексную? Линейную или нелинейную?
12. В чем состоят основные преимущества и недостатки коллекторной модуляции и каковы области ее применения?

Контрольные вопросы для подготовки к лабораторной работе №4 «Частотные модуляторы на варикапах»

1. Дать определение ЧМ и ФМ. Как аналитически записывается ВЧ колебание при этих видах модуляции?
2. *Пояснить принцип действия частотного модулятора на варикапе.*
3. Как влияет на СМХ автогенератора с частотным модулятором на варикапе величина коэффициента включения варикапа в контур?
4. Объяснить причины появления нелинейных искажений, присущих частотному модулятору на варикапе.
5. Объяснить, почему возникает нелинейный сдвиг несущей частоты при ЧМ с помощью варикапа и от чего он зависит.
6. Каким образом применение частотного модулятора на встречно включенных варикапах позволяет повысить стабильность несущей частоты?
7. По каким причинам возникает паразитная АМ при использовании частотного модулятора на варикапе? Каким образом может быть уменьшен уровень паразитной АМ?
8. Какие элементы схемы частотного модулятора и автогенератора формируют частотную динамическую модуляционную характеристику?

Контрольные вопросы для подготовки лабораторной работе №5 «Исследование кварцевых автогенераторов»

1. Почему кварцевые автогенераторы имеют высокую стабильность частоты?
2. Почему в автогенераторах с КР ослаблено влияние питающих напряжений на частоту?
3. Изобразить и объяснить зависимость реактивной и активной составляющих сопротивления КР от частоты.
4. Каков принцип работы кварцевых автогенераторов, в которых КР играет роль индуктивности?
5. Для осцилляторной схемы КАГ (рис. 17,б) изобразить и объяснить зависимость частоты колебаний и тока в контуре от ёмкости C_K .
6. Как следует настраивать колебательный контур $L_K C_K$ в КАГ на рис. 17,б?
7. Изобразить осцилляторные схемы автогенераторов с КР между коллектором и базой транзистора:
8. а) при параллельном питании коллекторной цепи;
9. б) при последовательном питании коллекторной цепи.
10. Объяснить принцип работы автогенератора с КР цепи обратной связи.
11. Почему в фильтровой схеме КАГ КР может и не контролировать частоту автоколебаний? Как устранить этот недостаток?
12. Для фильтровой схемы КАГ (рис. 17,в) изобразить и объяснить зависимость тока в контуре от ёмкости C_K .
13. Изобразить принципиальные схемы автогенераторов с КР в цепи обратной связи, построенные:
14. а) по схеме емкостной трёхточки;
15. б) по схеме индуктивной трёхточки;
16. в) по схеме Батлера.

11.1.2 Домашние задания к практическим занятиям

1. Составить технические требования на радиопередатчик для личной связи, используя РД 45.378-2002.
2. Построить осциллограммы напряжений и токов в ламповом генераторе с учетом их фазовых соотношений.
3. 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; $S = 4,2 \frac{\text{мА}}{\text{В}}$; $S_{\text{кр}} = 10 \frac{\text{мА}}{\text{В}}$; $D = 0,001$.

4. Рассчитать усилитель мощности на транзисторе КТ912А по схеме с общим эмиттером и П-образным контуром в коллекторной цепи транзистора.
5. 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; $r_{бэ} = 0,5$ 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 $t_{п доп} = 150^0$ С;
 - тепловое сопротивление переход-корпус $R_{пк} = 1,6^0$ С/Вт;
 - добротность контурной катушки $Q = 100$.
5. Рассчитать элементы коллекторной и базовой цепей питания усилителя мощности из домашнего задания 2.4.
 6. Рассчитать элементы П-образного контура в коллекторной цепи транзистора усилителя мощности из домашнего задания 2.4.
 7. Рассчитать характеристики (коэффициент фильтрации и КПД) П-образного контура в коллекторной цепи транзистора усилителя мощности из домашнего задания 2.6.
 8. Построить спектр сигнала на выходе ОБП – модулятора 4-хканального передатчика. Частота входного сигнала $f = 15$ МГц; тип передаваемых сообщений – речевые.

11.1.3 Вопросы для групповых обсуждений (только для студентов очной формы обучения)

1. Какими показателями характеризуются радиопередатчики? Какими нормативными документами регламентируются технические требования к радиопередатчикам?
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. Цепи согласования на отрезках МПЛ.
7. Ключевые усилители мощности.
8. Принципы построения устройств сложения мощностей генераторов.

9. Преимущества однополосной модуляции перед АМ.
10. Методы осуществления частотной и фазовой модуляции.
11. Принципы построения импульсных модуляторов. Достоинства схемы ИМ с накопителем энергии.
12. Чем определяется частота колебаний автогенератора? Амплитуда установившихся колебаний?
13. Схема Клаппа и ее особенности.
14. Причины нестабильности частоты АГ.
15. Принципы построения кварцевых автогенераторов.
15. Цифровые активные ССЧ с ФАПЧ.

11.1.4 Задания для выполнения контрольной работы (только для студентов заочной формы обучения)

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 , Вт;
- постоянное напряжение на коллекторе, E_k , В;
- частота входного сигнала f , МГц;
- сопротивление нагрузки усилителя R_n , Ом;
(значения P_1 , E_k , f , R_n приведены в табл.1);
- параметры транзистора КТ912А: тип проводимости $n-p-n$;
 $h_{21э0}=30$; $f_T=100$ МГц; $r_{бэ}=0,5$ 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 $t_{п доп}=150^0$ С;
- тепловое сопротивление переход-корпус $R_{пк}=1,6^0$ С/Вт.

Таблица 11 – Исходные данные для различных вариантов заданий

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_1 , Вт	50	55	60	65	70	50	55	60	65	70
E_k , В	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30
f , МГц	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
R_n , Ом	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40

Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
P_1 , Вт	50	55	60	65	70	50	55	60	65	70
E_k , В	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30
f , МГц	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
R_n , Ом	50	60	40	50	60	40	50	60	40	50

Вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
P_1 , Вт	50	55	60	65	70	50	55	60	65	70
E_k , В	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30
f , МГц	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
R_n , Ом	60	40	50	60	40	50	60	40	50	60

Вариант	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
---------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

P_1 , Вт	50	55	60	65	70	50	55	60	65	70
E_k , В	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30
f , МГц	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
$R_{п}$, Ом	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40

В ы п о л н и т ь :

1. Расчет коллекторной цепи усилителя в критическом режиме, задавшись углом отсечки коллекторного тока $\theta=90^\circ$.

2. Расчет токов и напряжений по входной цепи усилителя, определить входное сопротивление транзистора и мощность источника возбуждения.

3. Проверку теплового режима транзистора, определив максимальную температуру переходов $t_{п\max}$ при температуре окружающей среды $t_c=20^\circ\text{C}$

$$t_{п\max} = t_k + P_{\text{расс}} \cdot R_{\text{пк}}.$$

П р и м е ч а н и е . При расчете $t_{п\max}$ учесть, что мощность, рассеиваемая на транзисторе, складывается из мощности, рассеиваемой в коллекторном переходе, и мощности, рассеиваемой в эмиттерном переходе:

$$P_{\text{расс}} = P_{\text{кп\text{ р а с с}}} + P_{\text{эп\text{ р а с с}}},$$

где $P_{\text{кп\text{ р а с с}}} = P_0 + P_1$ (P_0 – мощность, потребляемая от источника коллекторного питания);

$P_{\text{эп\text{ р а с с}}} = P_{\text{возб}} - P_{60}$ ($P_{\text{возб}}$ – мощность, потребляемая от источника возбуждения;

$P_{60} = I_{60} |E_6|$ – мощность, потребляемая источником смещения в цепи базы). Величину P_{60} следует рассматривать как «алгебраическую» величину, т.е. брать со знаком плюс или минус в зависимости от знака напряжения смещения E_6 . Температуру корпуса транзистора принять приблизительно равной температуре окружающей среды: $t_k = t_c$

4. Расчет элементов П-контура, КПД согласующей цепи при добротности контурной катушки $Q=100$. Определить мощность в нагрузке.

5. Чертеж электрической схемы рассчитанного усилителя. Чертеж выполняется в соответствии с требованиями ЕСКД. Рекомендуемый формат чертежа А4.

11.1.5 Вопросы (задания) для письменного опроса студентов, проводимого в дистанционном формате (только для студентов заочной формы обучения)

1. Какими показателями характеризуются радиопередатчики? Какими нормативными документами регламентируются технические требования к радиопередатчикам?
2. Структурная схема ГВВ.
3. Что означает безынерционность электронной лампы как активного элемента? Какое значение имеет это свойство лампы для анализа работы ГВВ?
4. Принципиальная схема ГВВ и ее основные цепи.
5. Какие функции выполняет колебательный контур в активной цепи лампы?
6. Записать основные энергетические соотношения в цепях лампового ГВВ.
7. Почему в генераторах применяется, в основном, режим работы ламп с отсечкой тока?
8. По каким признакам производится классификация режимов работы ГВВ по напряженности? Что является критерием напряженности режима?
9. Нарисовать нагрузочные характеристики лампового ГВВ и объяснить их характер.
10. Нарисовать зависимости токов в генераторе от амплитуды возбуждения, напряжений смещения и анодного питания; объяснить характер этих зависимостей.
11. Дать сравнительную характеристику различных режимов ГВВ (ННР, КР, ПНР) по энергетическим показателям.
12. Указать области практического применения различных режимов ГВВ.
13. Биполярный транзистор как инерционный ЭП.
14. Принципы построения параллельных и последовательных схем питания (смещения)

- АЭ.
15. Требования, предъявляемые к цепям согласования активных элементов с нагрузкой.
 16. Цепи согласования на отрезках МПЛ.
 17. Преимущества однополосной модуляции перед АМ.
 18. Методы осуществления частотной и фазовой модуляции.
 19. Принципы построения импульсных модуляторов. Достоинства схемы ИМ с накопителем энергии.
 20. Чем определяется частота колебаний автогенератора? Амплитуда установившихся колебаний?
 21. Схема Клаппа и ее особенности.
 22. . Причины нестабильности частоты АГ.
 23. Принципы построения кварцевых автогенераторов.
 24. Цифровые активные ССЧ с ФАПЧ.

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: зачет в 7 семестре по результатам накопительного рейтинга, экзамен и защита курсового проекта в 8 семестре.

Защита курсового проекта.. Результаты защиты курсового проекта выставляются по пятибалльной системе оценивания ("отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно").

11.2.1. Перечень тем курсового проекта (ПКС-1, ПКС-2)

Таблица 12

№ п/п	Назначение передатчика	Диапазон частот	Мощность в нагр., Вт	Нагрузка
1	2	3	4	5
1.	Диспетчерской связи с акваторией порта	6,1...6,195 МГц	26	несимм. фидер. $\rho_{\text{ф}} = 75 \text{ Ом}$ $\text{КБВ} \geq 0,8$
2.	Корабельный для связи с диспетчером порта	12,6; 13,1 МГц	15	
3.	Береговой радиомаяк	5,21 мГц;	50	несимм. фидер. $\rho_{\text{ф}} = 75 \text{ Ом}$ $\text{КБВ} \geq 0,9$
4.	Радиобуй	26100,5 кГц	10	антенна штыревая несимметр (по выбору)
5.	Береговой для передачи судам информации о безопасности на море	7416 кГц; 10579 кГц;	80	несимм. фидер. $\rho_{\text{ф}} = 75 \text{ Ом}$ $\text{КБВ} \geq 0,9$
6.	Для целей поиска и спасения пилотируемых космических кораблей	10003 кГц;	10	антенна типа «наклонный луч» (по выбору)
7.	Самолетный	6,210...6,285 МГц	15	жесткая проводочная антенна дальней связи для

				самолетов АН-2
8.	Авиадиспетчерской связи	7,3...7,35 МГц	50	несимм. фидер. $\rho_{\phi} = 75 \text{ Ом}$ $\text{КБВ} \geq 0,8$
9.	Любительский	3,5...3,65 МГц	40	несимм. фидер. $\rho_{\phi} = 75 \text{ Ом}$ $\text{КБВ} \geq 0,8$
10.	Автомобильный связной	11,34 МГц	10	антенна штыревая несимметричная (по выбору)
11.	Переносный связной	9,35 МГц	10	антенна типа «наклонный луч» (по выбору)
12.	Для радиостанции личной связи	26,97...27,0 МГц	3	антенна штыревая телескопическая $l = 525 \text{ мм}$

11.2.2 Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену ((ПКС-1, ПКС-2)

Теоретические вопросы

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 (основные определения, особенности, прямой и косвенный методы ЧМ; структурные схемы передатчиков с ЧМ и ФМ).
7. Частотный модулятор на варикапе (принцип действия, модуляционные характеристики).
8. Принципы построения высокочастотных автогенераторов (обобщенная схема, условия самовозбуждения и стационарного режима, определение частоты и амплитуды автоколебаний).
9. Схемы транзисторных автогенераторов (трехточечные схемы, схема Клаппа, процесс установления стационарных колебаний).
10. Нестабильность частоты автогенераторов и пути ее снижения.
11. Кварцевая стабилизация частоты (физические свойства кварца, эквивалентная схема кварцевого резонатора).
12. Схемы кварцевых автогенераторов (осцилляторная, фильтровая, схема с кварцем в контуре; сравнительная характеристика схем).
13. Диапазонно-кварцевая стабилизация частоты (принципы построения схем систем ДКСЧ, структурные схемы синтезаторов с пассивной фильтрацией).
14. Синтезаторы частот с активной фильтрацией (применение кольца ФАПЧ в синтезаторах; синтезаторы с аналоговым и цифровым кольцами ФАПЧ).

Схемы

1. Структурная схема передатчика с однополосной модуляцией.
2. Двухтактная схема ГВВ на транзисторах с резонансным контуром.
3. Двухтактная схема ШТУМ на трансформаторах-линиях.
4. Схема сложения мощностей двух синфазных источников на LC-элементах.
5. Схема автогенератора с ЧМ на варикапе.
6. Схема осуществления ФМ на варикапе.
7. Схема автогенератора на биполярном транзисторе (схема Клаппа).
8. Схема автогенератора на полевом транзисторе по схеме индуктивной трехточки.
9. Схема кварцевого автогенератора с кварцем между коллектором и базой транзистора.
10. Фильтровая схема кварцевого автогенератора на транзисторе.
11. Структурная схема синтезатора частот на идентичных декадах.
12. Структурная схема синтезатора частот с цифровым кольцом ФАПЧ.
13. Структурная схема передатчика при косвенном методе ЧМ.
14. Схема усилителя однополосных колебаний по методу Кана.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института ИЯЭиТФ

Легчанов М.А..
«__» _____ 2025 г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины
Б1.В.ОД.5 Радиопередающие устройства
для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.01 – Радиотехника

Направленность: Радиоэлектронные системы

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Курс 4

Семестры 7,8

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 202 г. начала подготовки.

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

- 1)
- 2)
- 3)

Разработчик (и): 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 ИРС _____ «__» _____ 202 г.

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