

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:

_____ Мякиньков А.В.

« 22 » апреля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.10 Радиопередающие устройства
для подготовки специалистов

Направление подготовки: 11.05.01 – Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность: Радиолокационные системы и комплексы

Формы обучения: очная

Год начала подготовки: 2024, 2025

Выпускающая кафедра ИРС

Кафедра-разработчик ФТОС

Объем дисциплины 288 часа/8з.е.

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

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 11.05.01- «Радиоэлектронные системы и комплексы», утвержденному приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 09 февраля 2018 года № 94 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 № 11.05.01-p-40

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)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	11
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	12
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	22
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	26
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА	26
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	27
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	27
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	29
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	29
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	29
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	30
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	30
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	30
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	30
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа	31
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях	32
10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся.....	32
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	33
11.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	33
11.2. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.. ..	37

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. 1.1. Целью освоения дисциплины является формирование необходимых компетенций по разработке радиопередающих устройств для радиолокационных систем и комплексов и их технической эксплуатации.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение принципов и методов построения структурных схем радиопередающих устройств радиолокационных систем и комплексов;
- изучение функциональных и схемотехнических особенностей устройств генерирования высокочастотных колебаний и управления этими колебаниями;
- овладение навыками измерения характеристик радиопередающих устройств с использованием современной аппаратуры.

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», «Схемотехника аналоговых электронных устройств», «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», «Основы теории радиолокационных систем и комплексов», «Основы теории радиосистем передачи информации».

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 специальности 11.05.01 – «Радиоэлектронные системы и комплексы»:

ПКС-1. Способен проводить разработку методов, алгоритмов приема, передачи и обработки сигналов, выполнять моделирование радиолокационных систем и устройств, осуществлять тестирование радиоэлектронных комплексов с использованием современных аппаратных и программных средств

ПКС-2. Способен разрабатывать структурные, функциональные, принципиальные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронных комплексов

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	9	10	11
ПКС-1											
Основы компьютерного проектирования РЭС											

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Статистическая теория радиотехнических систем											
Радиоавтоматика											
Основы техники радиоприема											
Радиопередающие устройства											
Функциональное моделирование											
Электронные СВЧ и квантовые приборы											
Радиотехнические системы											
Оптоэлектронные и квантовые приборы СВЧ											
Электропреобразовательные устройства РЭС											
Электропитание устройств систем телекоммуникаций											
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											
Цифровые процессоры и обработка сигналов											

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Программные средства цифровой обработки сигналов											
Современные математические методы обработки сигналов											
Основы теории радиолокационных систем и комплексов											
Сетевые информационные технологии											
Основы теории радионавигационных систем и комплексов											
Основы теории радиосистем и комплексов управления											
Основы теории радиосистем передачи информации											
Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы											
Научно-исследовательская работа											
Преддипломная практика											
Выполнение и защита ВКР											
ПКС-2											
Устройства СВЧ и антенны											
Основы техники радиоприема											
Радиопередающие устройства											
Оптические устройства в радиотехнике											
Основы теории радиолокационных систем и комплексов											
Основы теории радионавигационных систем и комплексов											
Основы теории радиосистем и комплексов управления											

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Основы теории радиосистем передачи информации											
Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы											
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 ОП

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 проводить разработку методов, алгоритмов приема, передачи и обработки сигналов, выполнять моделирование радиолокационных систем и устройств, осуществлять тестирование радиоэлектронных комплексов с использованием современных аппаратных и программных средств	ИПКС-1.1. Разрабатывает методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах, владеет технологией автоматической обработки информации. ИПКС-1.2. Выполняет математическое моделирование радиолокационных систем и устройств, осуществляет тестирование аппаратного и программного обеспечения радиоэлектронных комплексов. ИПКС-1.3. Проводит	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	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - возможности современных систем математического моделирования радио-автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры применительно к радиопередающим устройствам (ИПКС-1.1, ИПКС-1.2); - назначение и функциональные возможности основных узлов и элементов радиопередающих устройств радиолокационных комплексов (ИПКС-1.3). <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ставить задачу математического моделирования радиопередающих устройств радиолокационных систем (ИПКС-1.1, ИПКС-1.2); - составлять структурные и принципиальные электрические схемы радиопередающих устройств радиолокационных комплексов (ИПКС-1.3). <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 (ИПКС-1.1, ИПКС-1.2); - навыками проведения анализа, структурного и парамет- 	<p>Контрольные вопросы для лабораторных работ. Отчеты по лабораторным работам. Домашние задания. Вопросы для групповых обсуждений.</p> <p>Вопросы для устного собеседования: билеты Курсовая работа</p>

	анализ и синтез радиоэлектронных систем, оптимизацию радиолокационных систем и комплексов и отдельных ее подсистем			рического синтеза радиопередающих устройств (ИПКС-1.3)		
ПКС-2.	<p>Освоение дисциплины <i>причастно к ТФ В/01.5 (ПС 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)»), решает задачи анализа состояния научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников; определения цели и постановка задач проектирования; согласования технических условий и заданий на проектируемую радиосистему, расчета основных показателей качества радиосистемы; разработки технических заданий, требований и условий на проектирование отдельных подсистем и устройств; разработки структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов и принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений; проектирования конструкций электронных средств; выбора оптимальных проектных решений на всех этапах проектного процесса от технического задания до производства изделий, отвечающих целям функционирования, технологии производства и обеспечения характеристик объекта, определяющих его качество; выпуска технической документации, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний, технические условия; участия в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов радиоэлектронных устройств и систем; проведения технического обслуживания радиоэлектронных комплексов.</i></p> <p>ИПКС-2.1. Оценивает принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов, устраняет неисправности, возникшие в процессе эксплуатации радиоэлектронных комплексов.</p> <p>ИПКС-2.2. Проводит расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов, осуществляет проверку функционирования радиоэлектронных</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> -современную узловую и элементную базу радиопередающих устройств (ИПКС-2.1); - методы расчета характеристик основных узлов радиопередающих устройств (ИПКС-2.2); - правила составления принципиальных схем основных узлов радиопередающих устройств (ИПКС-2.3). 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устранять неисправности, возникшие в процессе эксплуатации радиопередающих устройств (ИПКС-2.1); - производить расчеты типовых электрических схем и узлов радиопередающих устройств для получения заданных технических характеристик радиопередающих устройств (ИПКС-2.2); - разрабатывать принципиальные 	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками обнаружения неисправностей в радиопередающих устройствах (ИПКС-2.1); - навыками использования современной аппаратуры для измерения характеристик радиопередающих устройств ВЧ и СВЧ диапазонов (ИПКС-2.2); -навыками работы с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных ком 	<p>Контрольные вопросы для лабораторных работ. Отчеты по лабораторным работам. Домашние задания. Вопросы для групповых обсуждений.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования: билеты Курсовая работа</p>

	<p>устройств.</p> <p>ИПКС-2.3. Разрабатывает принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ, работает с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных комплексов.</p>		<p>схемы радиопередающих устройств, удовлетворяющие заданным техническим требованиям (ИПКС-2.3).</p>	<p>плексов (ИПКС-2.3).</p>		
--	--	--	--	----------------------------	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 зач.ед. 288 часа, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблицах 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

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	288	108	144
1. Контактная работа:			
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	102	51	51
занятия лекционного типа (Л)	51	17	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	17	17	-
лабораторные работы (ЛР)	34	17	17
1.2.Внеаудиторная, в том числе	8	2	6
Курсовая работа (КР) (консультация, защита)	3	-	3
текущий контроль, консультации по дисциплине	2	1	1
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	3	1	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	142	55	87
контрольная работа	-	-	-
Курсовая работа (КР) (подготовка)	36	-	36
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.)	106	55	51
Подготовка к экзамену (контроль)	36	-	36

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)	
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), 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, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».		

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 биполярном транзисторе.	8,0		8,0	Подготовка к ЛР [6.4.5]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым закономерностям, 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 использованием 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, выполненных 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 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					
	Тема 3.3. Согласование активных элементов с нагрузкой.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.8]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
	Практическое занятие 6. Расчет простой цепи согласования в виде П-контура.			2,0	3,0	Подготовка к ПЗ [6.1.1], [6.1.7]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных 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, выполненных 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 использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
	Тема 3.5. Сложение мощностей активных элементов и генераторов.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.7], [6.1.10]	Презентации с использованием 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							
						KР	контрольной работы.				
ПКС-1 ПКС-2	Итого по 3 разделу	7,0	-	6,0	15,5						
	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			2,0	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			2,0	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				8,0				
	Итого по 5 разделу	4,0	4,0	-	8,0				
Раздел 6. Импульсная модуляция									
	Тема 6.1. Особенности формирования мощных импульсных сигналов.	2,0			2,0	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.		
	Тема 6.2. Импульсные модуля-	4,0			4,0	Подготовка к	Презентации с исполь-		

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							
	торы с емкостными накопителями и искусственными линиями.				лекциям [6.1.3],[6.1.4], [6.1.7],[6.4.8]	зованиея различными вспомогательными средствами: доски, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.					
	Лабораторная работа № 5 Исследование импульсного модулятора с искусственной линией.		8,0		8,0	Подготовка к ЛР [6.1.4], [6.4.7], [6.4.8]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым закономерностям, оценка точности эксперимента).				
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				14,0						
	Итого по 6 разделу	6,0	8,0	-	14,0						
Раздел 7. Возбудители передатчиков											
	Тема 7.1. Транзисторные автогенераторы.	4,0			4,0	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, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.				
	Тема 7.2. Нестабильность частоты автогенераторов и пути ее снижения.	2,0			2,0	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, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.				
	Тема 7.3. Кварцевая стабилизация частоты.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.3],[6.1.4],	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книги,				

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], [6.1.7]	компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
	Лабораторная работа № 6 Исследование кварцевых автогенераторов		5,0		5,0	Подготовка к ЛР [6.1.1], [6.4.10]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым закономерностям, оценка точности эксперимента).		
	Тема 7.4. Устройства формирования сетки стабильных частот.	3,0			3,0	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:				16.0				
	Итого по 7разделу	11,0	5,0	-	16,0				
ПКС-1 ПКС-2	Раздел 8. Особенности передатчиков различного назначения								
	Тема 8.1. Связные передатчики.	2,0			2,0	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.		
	Тема 8.2. Передатчики систем спутниковой и радиорелейной связи.	2,0			2,0	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.		
	Тема 8.3. Телевизионные пере-	2,0			2,0	Подготовка к	Презентации с исполь-		

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							
	датчики.					лекциям [6.1.4], [6.1.3],[6.1.4], [6.1.8]	зование различными вспомогательными средствами: доски, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.				
	Тема 8.4. Радиолокационные передатчики	4,0			4,0	Подготовка к лекциям [6.1.4],[6.1.6]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.				
	Тема 8.5 Нежелательные излучения радиопередатчиков. Проблемы ЭМС.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.3],[6.1.4] [6.1.8]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.				
	Самостоятельная работа по освоению 8 раздела:				12,0						
	Итого по 8 разделу	12,0	-	-	12,0						
	Тема 9.1. Перспективы развития теории и техники радиопередающих устройств	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.4], [6.1.9]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.				
	Самостоятельная работа по освоению 9 раздела:				1,0						
	Итого по 9 разделу	1,0	-	-	1,0						
	Курсовая работа (КР)				36	Выполнение КР					

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],[6.4.11], [6.4.12]				
	ИТОГО ЗА 8 СЕМЕСТР	34	17	-	87				
	ИТОГО по дисциплине	51	34	17	142				

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	Оценка	Зачет
40<R≤50	Отлично	зачет
30<R≤40	Хорошо	
20<R≤30	Удовлетворительно	
0<R≤20	Неудовлетворительно	

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной 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 проводить разработку методов, алгоритмов приема, передачи и обработки сигналов, выполнять моделирование радиолокационных систем и устройств, осуществлять тестирование радиоэлектронных комплексов с использованием современных аппаратных и программных средств	ИПКС-1.1. Разрабатывает методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах, владеет технологией автоматической обработки информации.	Не умеет разрабатывать методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах, не владеет технологией автоматической обработки информации. Не имеет понятия о современном состоянии указанной области знаний. .	Умеет разрабатывать методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах, владеет технологией автоматической обработки информации, допуская ошибки. Слабо знаком с современным состоянием указанной области знаний. .	Умеет разрабатывать методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах, владеет технологией автоматической обработки информации, допуская небольшие ошибки. Хорошо знаком с современным состоянием указанной области знаний.	Умеет разрабатывать методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах, владеет технологией автоматической обработки информации Отлично знаком с современным состоянием указанной области знаний.
	ИПКС-1.2. Выполняет математическое моделирование радиолокационных систем и устройств, осуществляет тестирование аппаратного и программного обеспечения радиоэлектронных комплексов.	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.

	ИПКС-1.3. Проводит анализ и синтез радиоэлектронных систем, оптимизацию радиолокационных систем и комплексов и отдельных ее подсистем	Не умеет проводить анализ и синтез радиоэлектронных систем, оптимизацию радиолокационных систем и комплексов и отдельных ее подсистем	Умеет проводить анализ и синтез радиоэлектронных систем, оптимизацию радиолокационных систем и комплексов и отдельных ее подсистем, допуская ошибки	Умеет проводить анализ и синтез радиоэлектронных систем, оптимизацию радиолокационных систем и комплексов и отдельных ее подсистем, допуская небольшие неточности	Умеет проводить анализ и синтез радиоэлектронных систем, оптимизацию радиолокационных систем и комплексов и отдельных ее подсистем
ПКС-2. Способен разрабатывать структурные, функциональные, принципиальные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронных комплексов	ИПКС-2.1. Оценивает принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов, устраняет неисправности, возникшие в процессе эксплуатации радиоэлектронных комплексов.	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 технического обслуживания радиоэлектронной аппаратуры.	Умеет оценивать принципы проектирования радиоэлектронных устройств, допуская небольшие неточности Хорошо знаком с современным состоянием указанной области знаний. Имеет навыки технического обслуживания радиоэлектронной аппаратуры.	Умеет оценивать принципы проектирования радиоэлектронных устройств. Отлично знаком с современным состоянием указанной области знаний. Уверенно осуществляет техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры .
	ИПКС-2.2. Проводит расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов, осуществляет проверку функционирования радиоэлектронных устройств.	Не умеет проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов, осуществлять проверку функционирования радиоэлектронных устройств.	Умеет проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов, осуществляет проверку функционирования радиоэлектронных устройств, допуская ошибки	Умеет проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов, осуществляет проверку функционирования радиоэлектронных устройств, допуская небольшие неточности.	Умеет проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов, уверенно осуществляет проверку функционирования радиоэлектронных устройств.
	ИПКС-2.3. Разрабатывает принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ, работает с эксплуатационной документацией	Не умеет разрабатывать принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ, работать с эксплуатационной документацией	Умеет разрабатывать принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ, допуская ошибки. Имеет слабые	Умеет разрабатывать принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ,	Умеет разрабатывать принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ. Уверенно работает

	ментацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных комплексов.	по техническому обслуживанию радиоэлектронных комплексов.	навыки работы с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных комплексов. допуская ошибки.	допуская небольшие неточности. Имеет хорошие навыки работы с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных комплексов.	с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных комплексов.
--	---	---	---	---	--

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. Калякин	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.Шахгильян, 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-radioperedayushchie-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-библиотечная 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 занятий 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» 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

6.4.12 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)

- 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 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 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.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

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

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

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

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

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Радиопередающие устройства» используются со- 30

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 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 с студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

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

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

Промежуточная аттестация в 7 семестре проводится в форме зачета по результатам текущей успеваемости, 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 профессио-

нальной 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.

11.1.1 Контрольные вопросы для подготовки к лабораторным работам

Контрольные вопросы для подготовки к лабораторной работе №1 «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 (НР, 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_b ?
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 осцилограмм 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 осцилограмм с помощью эквивалентной схемы коллекторной цепи ГВВ?
5. Как изменяется форма импульсов коллекторного тока $i_k(\omega t)$ генератора с резонанс-

- ной нагрузкой при расстройке коллекторного контура в недонапряженном и в перенапряженном режимах?
6. Почему при работе в перенапряженном режиме даже принастроенным в резонанс LC -контуре в напряжении $e_k(\omega t)$ появляется уплощение?
 7. Почему нагрузочная характеристика $P_1(R_h)$ 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_h , 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 обусловливают 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 мощности $P_{1\text{ мол}}$ 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.
- 17.

Контрольные вопросы для подготовки к лабораторной работе № 6

«Исследование импульсного модулятора с искусственной линией»

1. Каковы преимущества импульсного режима работы генератора высокой частоты (ГВЧ)?
2. Изобразите структурную схему импульсного модулятора. Каково назначение его основных элементов (накопитель, ограничитель тока, коммутатор)?
3. Изобразите осциллограмму импульса на нагрузке импульсного модулятора для двух вариантов накопителей энергии: а) конденсатор; б) эквивалент длинной линии.
4. Нарисуйте и объясните осциллограммы напряжения на нагрузке при разряде длин-

- ной линии на активное сопротивление при:
 $R_H = \rho_l$; $R_H > \rho_l$ и $R_H < \rho_l$.
5. Известно волновое сопротивление длинной линии ρ_l и сопротивление анодной цепи ГВЧ по постоянному току R_Γ . Определите коэффициент трансформации импульсного трансформатора.
 6. Изобразите схему импульсного модулятора с резонансным зарядом накопителя.
 7. Изобразите осциллограммы напряжения на линии при $T_\Pi < T_{ЗАР}/2$, $T_\Pi = T_{ЗАР}/2$, $T_\Pi > T_{ЗАР}/2$, где $T_{ЗАР}$ – период свободных колебаний в цепи заряда, T_Π – период повторения запускающих импульсов.
 8. По каким принципам строят двухполюсники, эквивалентные длинной линии?
 9. Как рассчитать параметры цепочечного эквивалента длинной линии по известным τ_l и R_H ?
 10. Как оказывается влияние паразитной ёмкости импульсного трансформатора и нагрузки на форме выходного импульса?
 11. Какие требования предъявляются к коммутирующим элементам, используемым в импульсных модуляторах? Какие типы коммутаторов Вы знаете?

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 $f_{раб} = 13,56$ МГц.

Исходные данные расчета

Параметры лампы: $P_{1\text{ном}} = 250$ Вт; $f_{\text{раб}} = 20$ МГц; $S = 4,2 \frac{\text{mA}}{\text{В}}$; $S_{\text{кр}} = 10 \frac{\text{mA}}{\text{В}}$; $D = 0,001$.

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 $R_H = 40$ Ом;
- параметры транзистора КТ912А: тип проводимости $n-p-n$;
- $h_{21\beta 0} = 30$; $f_T = 100$ МГц; $r_b = 0,5$ Ом; $C_k = C_{ka} + C_{kp} = 240$ пФ; $C_s = 4000$ пФ;
- $L_s = L_b = 5$ нГн; $r_{\text{нас}} = 0,1$ Ом; $E' = 0,7$ В; $U_{\text{кдоп}} = 70$ В; $U_{\text{бэдоп}} = 5$ В; $I_{\text{к доп}} = 20$ А;
- допустимая температура переходов $t_{\text{п доп}} = 150^0$ С;
- тепловое сопротивление переход-корпус $R_{\text{пк}} = 1,6^0$ 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 $f=15\text{МГц}$; тип передаваемых сообщений – речевые.

11.1.3. Вопросы для групповых обсуждений

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.

11.2. 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 курсовой работы в 8 семестре.

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

11.2.1. Перечень тем курсовой работы (ПКС-1, ПКС-2)

№ п/п	Назначение передатчика	Диапазон частот	Мощность в нагр., Вт	Нагрузка
1	2	3	4	5

1.	Самолетный	5525...5595 кГц	40	жесткая прово- лочная антenna дальней связи для самолетов АН-2
2.	Самолетный	10,52 ...10,64 МГц	50	жесткая прово- лочная антenna дальней связи для самолетов АН-24
3.	Авиадиспетчерской связи	8,6; 8,8 МГц	30	несимм. фидер. ρ_ϕ = 75 Ом ;КБВ \geq 0,8
4.	Любительский	5,5...5,65 МГц	35	несимм. фидер. ρ_ϕ = 75 Ом ;КБВ \geq 0,8
5.	Любительский	10100...10150 кГц	15	несимм. фидер. ρ_ϕ = 75 Ом ;КБВ \geq 0,8
6.	Любительский	20890...20990 кГц	20	несимм. фидер. ρ_ϕ = 75 Ом ;КБВ \geq 0,8
7.	Метеорологической службы	18,5...19,0 МГц	50	судовая антenna- мачта АМС-17
8.	Автомобильный связной	5,34; 5,40 МГц	10	антenna штыревая несимметричная (по выбору)
9.	Автомобильный связной	7,155...7,200 МГц	15	антenna штыревая несимметричная (по выбору)
1	2	3	4	5
10.	Автомобильный связной	12235 кГц	3	антenna штыревая несимметричная (по выбору)
11.	Переносный связной	7,35 МГц	5	антenna типа «наклонный луч» (по выбору)
12.	Переносный связной	5,63 МГц	10	
13.	Автомобильный охранной сигнализации	26,945 МГц	1,5	антenna щелевая в корпусе автомо- бilia
14.	Для радиостанции личной свя- зи	26,97 МГц	2,5	антenna штыревая телескопическая $l = 525$ мм
15.	Аэродромный приводной	3,125 МГц	15	Судовая КВ
16.	Для передачи радиотелефон- ного сигнала тревоги на судах внутреннего плавания	4182 кГц	10	6-метровая шты- ревая антenna

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

Теоретические вопросы

1. Широкодиапазонные цепи согласования (понятие о ШДС, П-контур в качестве ШДС, 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.10 Радиопередающие устройства
для подготовки специалистов

Направление подготовки: 11.05.01 – Радиоэлектронные системы и комплексы
Направленность: Радиолокационные системы и комплексы

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Курс 4

Семестры 7,8

- 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)

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.