

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Ни-
колая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)

Институт информационных технологий и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
А.А. Галкин
2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Радиопередающие устройства»

Направление подготовки / специальность
11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль) подготовки

Электронные цифровые устройства и системы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Подготовка в области знания основных современных радиотехнических систем и устройств передачи информации.

Задачи: Формирование практических навыков работы с радиотехническими системами передачи информации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Радиопередающие устройства» относится к базовой части дисциплин.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной	Знает основные уравнения, принципы и теоремы радиопередающих устройств; Умеет применять основные уравнения, использовать принципы и теоремы теории передачи информации; Владеет методами анализа и синтеза устройств усиления мощности и передачи информации.	Опрос по пройденному теоретическому материалу. Тестовые вопросы.
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1. Знает методы обработки и представления результатов при экспериментальных исследованиях процессов прохождения сигналов через различные радиотехнические структуры. ОПК-2.2. Умеет самостоятельно выполнять наблюдения и измерения при экспериментальных исследованиях в лабораторных условиях. ОПК-2.3. Владеет навыками измерения параметров радиотехнических процессов и обработки полученных значений.	Знает основные методы аппроксимации экспериментальных данных; Умеет пользоваться современными измерительными приборами; Владеет методами анализа результатов измерений и оценки погрешностей измерений.	Лабораторные работы с физическим и виртуальным оборудованием. Отчет по практической подготовке.
ПК-1 Способен осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры	ПК-1.1. Знает способы тестирования сложных функциональных узлов тронной аппаратуры. ПК-1.2. Умеет использовать измерительное оборудование для регулировки сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры ПК-1.3. Владеет навыками регулировки сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры	Знает основные пути параметры ^{параметры} основных параметров радиопередающих устройств; Умеет пользоваться современными измерительными приборами для регулировки генераторов и поиска неисправностей; Владеет методами настройки генераторов с внешним возбуждением и модуляторов.	Опрос по пройденному теоретическому материалу. Тестовые вопросы.

<p>ПК-2 Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.</p>	<p>ПК-2.1. Знает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем. ПК-2.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем. ПК-2.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.</p>	<p>Знает основные методы построения усилителей мощности, синтезаторов и модуляторов; Умеет применять основные уравнения, использовать алгоритмы расчета радиопередающих устройств; Владеет основами теории конструирования электронных схем устройств усиления мощности и передачи информации.</p>	<p>Опрос по пройденному теоретическому материалу. Тестовые вопросы.</p>
<p>ПК-3 Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов</p>	<p>ПК-3.1. Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования. ПК-3.2. Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры. ПК-3.3. Владеет навыками устранения неисправностей, приводящих к возникновению неработоспособного состояния сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры</p>	<p>Знает современное измерительное оборудование, созданное для работы с радиопередающими устройствами; Умеет аппаратными способами определять неисправности передающего оборудования; Владеет методами устранения неисправностей радиопередающего оборудования и выбором необходимого для этих целей оборудования.</p>	<p>Опрос по пройденному теоретическому материалу. Тестовые вопросы. Лабораторные работы с физическим оборудованием.</p>

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетные единицы, 324 часа.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1.	Введение. История радиопередающих устройств (РПДУ).	5	1	2	2				
2.	Общая характеристика радиопередающих устройств	5	2	2			1	1	
3.	Элементная база РПДУ	5	3	2	2		1	3	

4.	Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ)	5	4	2			1	4	
5.	Разложение косинусоидальных импульсов. Коэффициенты Берга.	5	5	2	2		1	5	
6.	Режимы работы ГВВ	5	6	2			1	10	Рейтинг-контроль 1
7.	Характеристики ГВВ	5	7	2	2		1	10	
8.	Схемотехника каскадов ГВВ	5	8	2				3	
9.	Методы сложения мощностей ГВВ	5	9	2	2	4	1	3	
10.	Синфазные мостовые схемы	5	10	2				5	
11.	Квадратурные мостовые схемы	5	11	2	2	4	1	5	
12.	Методы генерирования сигналов	5	12	2			1	5	Рейтинг-контроль 2
13.	Трехточечные автогенераторы	5	13	2	2	4	1	5	
14.	Генераторы на лавинно-пролетных диодах	5	14	2				5	
15.	Генераторы и схемотехника СВЧ	5	15	2	2	4	1	5	
16.	Квантовые генераторы	5	16	2				5	
17.	Возбудители частоты	5	17	2	2	2		2	
18.	Синтезаторы частоты	5	18	2			1	5	Рейтинг-контроль 3
Всего за 5 семестр			18	36	18	18		81	Экз.27
19.	Управление колебаниями. Амплитудная модуляция	6	1,2	2	2	-	1	6	
20.	Однополосная модуляция	6	3,4	2	2	-	1	8	
21.	Угловые методы модуляции. Частотная и фазовая модуляции.	6	5,6	2	2	-	1	8	Рейтинг-контроль 1
22.	Цифровые методы модуляции	6	7,8	2	2		1	6	
23.	Бинарная манипуляция - BPSK	6	9,10	2	2	4	1	5	
24.	Квадратурная манипуляция - QPSK	6	11,12	2	2	4	1	5	Рейтинг-контроль 2
25.	Квадратурная амплитудная манипуляция - QAM	6	13,14	2	2	4	1	5	
26.	Модуляция прямым расширением спектра	6	15,16	2	2	4	1	6	
27.	Псевдослучайная перестройка радио частоты - ППРЧ	6	17,18	2	2	2	1	5	Рейтинг-контроль 3
Наличие в дисциплине кп/кр									КП
Всего за 6 семестр			18	18	18	18		54	Экз., КП, 36
Итого по дисциплине			36	54	36	36		135	Экз.27, Экз., КП, 36

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. (5 семестр). Синтез сигналов и усиление мощности.

Тема 1. Введение. История радиопередающих устройств (РПДУ).

Общие сведения. Четыре революции в радиопередающих устройствах

Тема 2. Общая характеристика радиопередающих устройств.

Классификация РПДУ. Состав оборудования.

Тема 3. Элементная база РПДУ

Пассивные и активные элементы

Тема 4. Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ).

Схемные решения. ГВВ с общим эмиттером и с общей базой. Ламповые мощные ГВВ.

Тема 5. Разложение косинусоидальных импульсов. Коэффициенты Берга.

Переход от формы сигнала к спектру и наоборот. Углы отсечки и амплитуды гармоник.

Тема 6. Режимы работы ГВВ.

Недонапряженный, критический, перенапряженный и ключевой режимы работы.

Тема 7. Характеристики ГВВ.

Нагрузочные характеристики.

Тема 8. Схемотехника каскадов ГВВ.

Узкополосные и широкополосные цепи согласования каскадов

Тема 9. Методы сложения мощностей ГВВ.

Сложение мощностей объединением активных элементов. Сложение мощностей в пространстве. Мостовое сложение мощностей

Тема 10. Синфазные мостовые схемы.

Особенности сложения синфазных сигналов.

Тема 11. Квадратурные мостовые схемы.

Сложение и деление мощностей. Свойства квадратурных мостовых схем.

Тема 12. Методы генерирования сигналов.

Физические основы генерирования электрических сигналов

Тема 13. Трехточечные генераторы.

Трехточечные автогенераторы. Стабильность частоты. Кварцевые генераторы.

Тема 14. Генераторы на лавинно-пролетных диодах (ЛПД).

Работа лавинно-пролетных устройств. Усилители на ЛПД.

Тема 15. Генераторы и схемотехника СВЧ.

Мощные генераторы на магнетронах. Согласование импеданса.

Тема 16. Квантовые генераторы.

Лазеры и мазеры.

Тема 17. Возбудители частоты

Интерполяционная схема перестраиваемого генератора.

Тема 18. Синтезаторы частоты.

Синтезатор с вычитанием ошибки. Двухуровневый синтезатор частоты.

Раздел 2. (6 семестр). Управление колебаниями - модуляция.

Тема 1. Амплитудная модуляция.

Виды амплитудной модуляции, характеристики и особенности применения.

Тема 2. Однополосная модуляция.

Экономия спектра, мощностные параметры, практическое применение.

Тема 3. Частотная и фазовая модуляция.

Угловые методы модуляции и их особенности. Схемные решения модуляторов.

Тема 4. Цифровые методы модуляции.

Теорема отсчетов и теорема Котельникова. АИМ, ВИМ, ЧИМ, ШИМ.

Тема 5. Бинарная манипуляция (BPSK).

Режим обратной работы. Относительная манипуляция.

Тема 7. Квадратурная манипуляция (QPSK).

Скорость передачи информации. Режим офсетной работы (O-QPSK).

Тема 8. Модуляция прямым расширением спектра.

Борьба с помехами при передаче информации.

Тема 9. Псевдослучайная перестройка радио частоты (ППРЧ).

Свойства метода и его характеристики и особенности.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Раздел 1 (5-й семестр).

Тема 1. Исследование амплитудной модуляции смещением.

Тема 2. Исследование амплитудной коллекторной модуляции.

Тема 3. Исследование частотной модуляции.

Тема 4. Исследование фазовой модуляции.

Раздел 2 (6-й семестр).

Тема 1. Исследование режимов работы ГВВ.

Тема 1. Исследование трехточечного автогенератора.

Тема 1. Исследование однополосной модуляции.

Тема 1. Изучение работы синтезатора частоты.

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 1. Синтез сигналов и усиление мощности.

Тема 1. Аналитическое описание сигналов и помех.

Тема 2. Детерминированные и стохастические сигналы.

Тема 3. Теоремы Фурье. Спектры сигналов.

Тема 4. Методы обеспечения стабильности частоты.

Тема 5. Расчет цепей согласования каскадов.

Тема 6. Расчет схем сложения мощностей.

Тема 7. Методики расчета усилителей мощности.

Раздел 2. Управление колебаниями - модуляция.

Тема 1. Манипуляция АИМ-1 и АИМ-2.

Тема 2. Манипуляция ФИМ-1 и ФИМ-2.

Тема 3. Кодирование информации.

Тема 4. Методы синхронизации.

Тема 5. Основы помехоустойчивого кодирования.

Тема 6. Основы криптографии.

Тема 7. Методы повышения скорости передачи цифровой информации.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Вопросы для рейтинг-контроля на 5-й семестр

Рейтинг-контроль 1

1. Какие основные революционные этапы развития РПДУ можете назвать?
2. Как развивалась элементная база РПДУ?
3. Какая полоса частот соответствует узкополосным РПДУ?
4. В чем функции цепи согласования каскадов?
5. Почему включают последовательно 2-3 согласующих звена?
6. Что такое лестничный фильтр?
7. Что такое фильтр Рутрофа?
8. Какие режимы работы ГВВ можете назвать?
9. Что такое динамическая характеристика ГВВ?
10. Как выглядит нагрузочная характеристика ГВВ?

Рейтинг-контроль 2.

1. В чем различие схем ГВВ с общим эмиттером и с общей базой?
2. Как работают умножители частоты?

3. В чем отличие варикапов от варакторов?
4. Как выбирать угол отсечки ГВВ?
5. Почему в мощных ГВВ не применяют резисторы ?
6. Как складывается энергия в общем контуре?
7. В чем достоинства и недостатки синфазных мостовых схем?
8. В чем достоинства и недостатки квадратурных мостовых схем?
9. Для чего используют мосты с боковой связью?
10. В чем функции фильтра гармоник?

Рейтинг-контроль 3

1. Как работает трехточечный автогенератор?
2. Как работает квантовый генератор?
3. Как работает генератор на гиротроне?
4. Как работает генератор на лавинно-пролетном диоде?
5. Как построен возбуждатель частоты?
6. Как работает двухуровневый синтезатор частоты?
7. Как работает синтезатор частоты с вычитанием ошибки?
8. Чем различаются прямые и косвенные методы синтеза частот?
9. Как работают генераторы на диодах Ганна?
10. Что делают ферритовые вентили и ферритовые циркуляторы?

Вопросы для рейтинг-контроля на 6-й семестр

Рейтинг-контроль 1

1. Что такое модуляция?
2. Что такое модуляция смещением?
3. Что такое модуляция возбуждением?
4. Что такое коллекторная модуляция?
5. Почему амплитудную модуляцию осуществляют в выходных каскадах РПДУ?
6. Какие значения может принимать коэффициент амплитудной модуляции?
7. Что такое частотная модуляция?
8. Как определяется индекс частотной модуляции?
9. Что такое фазовая модуляция?
10. Как различаются аналоговые виды модуляции по помехоустойчивости?

Рейтинг-контроль 2

1. Что такое дискретизация сигналов?
2. Как различаются виды манипуляции АИМ-1 и АИМ-2?
3. В чем отличие манипуляции ФИМ-1 от ФИМ-2?
4. Что такое квантование сигналов?
5. Для чего применяют неравномерное квантование?
6. Что такое ошибка квантования и ее величина?
7. Зачем применяют перемежение сигналов?
8. Что такое регенерация сигналов?
9. Что такое криптографическая обработка сигналов?
10. Зачем в цифровые потоки вводят избыточность?

Рейтинг-контроль 3

1. Что такое первичное и вторичное кодирование сигналов?
2. Что такое помехоустойчивое кодирование сигналов?
3. Как избавляются от режима обратной работы при BPSK?
4. Как работает манипуляция QPSK?
5. В чем отличие O-QPSK от QPSK?
6. Что такое сигнальное созвездие?
7. Что такое глазковая диаграмма?
8. Что такое быстрая ППРЧ и ее особенности?
9. Чем сложны РПДУ с манипуляцией при прямом расширении спектра?
10. Что такое манипуляция шумоподобными сигналами?

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Вопросы к экзамену в 5-м семестре

1. Выбор угла отсечки для ГВВ.
2. Режимы работы ГВВ и их отличия.
3. Характеристики ГВВ в недонапряженном режиме.
4. Характеристики ГВВ в перенапряженном режиме.
5. Особенности работы ГВВ в ключевом режиме.
6. Умножители частоты на варакторах.
7. Согласование импеданса на входе и выходе узкополосных ГВВ.
8. Методы согласования импеданса на входе и выходе широкополосных ГВВ.
9. Методы сложения мощностей ГВВ.
10. Синфазные и квадратурные мостовые схемы.
11. Трехточечные автогенераторы.
12. Квантовые генераторы.
13. Автогенераторы СВЧ на лавинно-пролетных диодах.
14. Генераторы СВЧ на диодах Ганна.
15. Автогенераторы на активных элементах СВЧ техники (магнетроны, гиротроны).
16. Прямые методы синтеза сетки частот.
17. Активные методы синтеза сетки частот.
18. Синтезаторы с вычитанием ошибки.
19. Двухуровневые синтезаторы частоты.
20. Возбудитель частоты.
21. Защита ГВВ от изменений нагрузки.
22. Назначение ферритовых вентилялей и циркуляторов.

Вопросы к экзамену в 6-м семестре

1. Амплитудная модуляция смещением.
2. Амплитудная коллекторная (анодная) модуляция.
3. Модуляция с одной боковой полосой.
4. Прямая частотная модуляция и модуляторы.
5. Фазовая модуляция и модуляторы.
6. Косвенная частотная модуляция.
7. Линейная частотная модуляция.
8. Дискретизация сигналов.
9. Манипуляции типов АИМ-1 и АИМ-2.
10. Манипуляции типов ФИМ-1 и ФИМ-2.
11. Квантование сигналов, ошибки квантования.
12. Кодирование сигналов.
13. Методы помехоустойчивого кодирования
14. Методы криптографии.
15. Модуляция и модуляторы BPSK.
16. Модуляция и модуляторы QPSK.
17. Методы модуляции с расширением спектра.
18. Множественный доступ для абонентов.
18. Модуляция ОФДМ.
19. Классификация используемых диапазонов частот.
20. Транспондеры спутниковой связи.
21. Радио и телевещательные передатчики.
22. Передатчики радиорелейных линий связи.
23. Передатчики радиолокации.
24. Передатчики нелинейной радиолокации.
25. Передатчики подземной и подводной связи.
26. Передатчики систем MIMO.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Задания и тесты контроля СРС по дисциплине на 5 семестр

1. Каков рекомендуемый угол отсечки для мощных генераторов с внешним возбуждением?

- 180° ,
 - $70^\circ - 110^\circ$,
 - 90° .
2. Какие важные условия необходимо выполнить для успешной работы трехточечного автогенератора?
 - иметь стабильное питание,
 - обеспечить баланс фаз и амплитуд,
 - не иметь в схеме фильтрующих цепей.
 3. Как определить коэффициент полезного действия выходной цепи ГВВ?
 - из выходной мощности вычесть входную,
 - полезную мощность поделить на потраченную,
 - перемножить коэффициент использования коллекторного напряжения на коэффициент формы коллекторного тока и поделить на два.
 4. Как определяют наилучший угол отсечки для транзисторных умножителей частоты в N раз?
 - $120^\circ/N$,
 - $90^\circ/N$,
 - $360^\circ/N$.
 5. Почему мощные генераторы на биполярных транзисторах могут работать с нулевым внешним смещением?
 - смещение образуется при выпрямлении входного ВЧ сигнала,
 - транзистор может работать без смещения,
 - смещение формируется за счет неосновных носителей при прохождении коллекторного тока.
 6. В каком режиме работы мощного усилительного каскада у активного элемента повышенные входные токи?
 - в недонапряженном,
 - в перенапряженном.
 7. Какой режим работы ГВВ называют критическим?
 - когда имеются повышенные входные токи,
 - при котором импульсы выходного тока ограничены по амплитуде,
 - когда используется только линейный участок выходной динамической характеристики.
 8. Что такое стабильность частоты автогенератора?
 - величина ухода частоты поделенная на ее номинальное значение,
 - отклонение частоты от номинального значения,
 - модуль отклонения частоты.
 9. Почему трехточечные автогенераторы не нагружают на низкоомные нагрузки?
 - снижается добротность контурной системы трехточечного автогенератора,
 - возможна генерация на различных частотах.
 10. Какова стабильность частоты кварцевых автогенераторов?
 - 10^{-4} ,
 - 10^{-10} ,
 - 10^{-6} .
 11. Каков может быть коэффициент трансформации сопротивлений одного узкополосного звена Г или П типа?
 - 25,
 - 100,
 - 150.
 12. Почему рекомендуют выбирать коэффициент трансформации сопротивлений для одного звена узкополосной цепи согласования не выше 10?
 - иначе плохой коэффициент передачи звена,
 - для реализации максимального коэффициента фильтрации,
 - в целях сокращения количества элементов в цепи согласования.
 13. Зачем простейшие звенья согласования включают последовательно?
 - для расширения рабочей полосы частот,
 - для увеличения коэффициента фильтрации,
 - чтобы получить большой коэффициент трансформации сопротивлений.
 14. Что позволяют определить уравнения Фано?
 - коэффициент отражения сигнала для заданной полосы согласования,

- коэффициент передачи цепи согласования по мощности,
- величину коэффициента фильтрации.
- 15. В чем недостаток широкополосных трансформаторов сопротивлений с магнитными связями?
 - не осуществляют фильтрацию сигналов,
 - дороги и сложны в изготовлении,
 - требуют сложных аналитических расчетов.
- 16. В чем недостаток широкополосных трансформаторов сопротивлений типа длинных линий?
 - имеют большие габариты,
 - не осуществляют фильтрацию сигналов,
 - после нагрева теряют свои свойства.
- 17. В чем достоинство синфазных схем сложения мощностей?
 - можно складывать неограниченные мощности,
 - можно суммировать большое число источников,
 - простота схемной реализации.
- 18. В чем недостаток синфазных мостовых схем?
 - требуют сложной настройки,
 - балластные поглотители не соединены с корпусом,
 - позволяют суммировать сигналы только четного числа источников.
- 19. В чем главное достоинство квадратурных схем сложения мощностей?
 - не имеют принципиальных ограничений по мощности,
 - имеют высокий КПД,
 - просты в изготовлении и эксплуатации.
- 20. Какие ограничения накладываются на интерполяционный возбуждатель частоты (схема Зейтленка)?
 - частота диапазонного генератора должна быть много больше опорной частоты,
 - частота диапазонного генератора должна быть много меньше опорной частоты,
 - частота диапазонного генератора не должна быть кратна опорной частоте.
- 21. В чем недостаток двухуровневых синтезаторов частоты?
 - выходные частоты имеют низкую стабильность,
 - выходные частоты всегда меньше опорной частоты,
 - в схеме применяются высококачественные фильтры.
- 22. В чем достоинство синтезаторов частоты с вычитанием ошибок?
 - стабильность диапазонного генератора не влияет на стабильность выходных частот,
 - в схеме используются очень простые фильтры.

Задания и тесты контроля СРС по дисциплине на 6 семестр

- 23. Что такое глубина амплитудной модуляции?
 - произведение амплитуд модулирующего сигнала и сигнала несущей,
 - отношение амплитуд модулирующего сигнала и сигнала несущей,
 - отношение частот модулирующей и несущей.
- 24. В чем недостаток модулятора смещением?
 - есть ограничение на величину коэффициента модуляции,
 - необходим мощный модулятор,
 - велики нелинейные искажения.
- 25. В чем недостаток коллекторного модулятора?
 - требуется мощный модулятор,
 - есть ограничение на величину коэффициента модуляции,
 - необходим активный элемент с четырехкратным запасом по мощности.
- 26. Каков запас по мощности должен быть у активного элемента при амплитудной модуляции?
 - 30%,
 - 200%,
 - 400%.
- 27. Какую полосу частот занимает амплитудно-модулированный сигнал?
 - удвоенную полосу частот модулирующего сигнала,
 - полосу частот модулирующего сигнала,
 - половину полосы частот модулирующего сигнала.
- 28. Какой энергетический выигрыш можно получить при переходе от амплитудной модуляции к однополосной?

- 4 раза,
 - от 8 до 16 раз.
29. В чем основной недостаток формирования однополосного сигнала фильтровым способом?
- требуется сложный фильтр,
 - трудно реализовать на несущей частоте,
 - нужна диапазонная линия задержки модулирующих сигналов.
30. В чем недостатки формирования однополосного сигнала фазокомпенсационным способом?
- нужна диапазонная линия задержки модулирующих сигналов,
 - требуются сложные фильтры,
 - трудно реализовать на несущей частоте.
31. Что такое девиация частоты?
- половина полосы частот ЧМ сигнала,
 - максимальное отклонение частоты от несущей,
 - максимальное изменение модулирующей частоты.
32. Чем отличается сигнал ЧММС от частотно – манипулированного сигнала?
- повышается скорость передачи информации,
 - отсутствуют скачки фаз при передаче информации,
 - спектр ЧММС много шире.
33. В чем достоинство многопозиционных видов цифровой модуляции (ЧМ-4, QPSK, ФМ-8 и т.д.)?
- помехоустойчивость выше по сравнению с обычной частотной манипуляцией,
 - повышается скорость передачи информации,
 - возможна одновременная передача информации нескольких абонентов.
34. В чем основное достоинство многоуровневой амплитудно-фазовой манипуляции (КАМ-16, КАМ-32, КАМ-64 и т.д.)?
- возрастает помехоустойчивость по сравнению с ФМ соответствующего уровня,
 - повышается скорость передачи информации,
 - имеется возможность для коррекции ошибок при передаче информации.

Задание на курсовой проект включает в себя:

1. Разработку структурной схемы радиопередающего устройства с заданными по варианту параметрами. При этом разрабатывается вся структурная схема передатчика до уровня отдельных каскадов и выбираются транзисторы для реализации каждого каскада.
2. Разработку схемы электрической принципиальной всего радиопередающего устройства. Элементы выходного каскада рассчитываются и перечень элементов приводится только для выходного каскада.
3. Расчет выходного каскада передатчика. Рассчитывается выходной каскад передатчика с цепями согласования по входу и выходу.
4. Разработку конструкции выходного каскада. Разрабатывается конструкция монтируемых на радиатор плат входной и выходной цепей согласования. Производится обоснованный выбор типа конденсаторов схемы и дросселей. Рассчитывается конструкция индуктивностей схемы.

Отчетная документация к курсовому проекту:

1. Пояснительная записка на курсовой проект.
2. Чертеж схемы электрической принципиальной всего передатчика (Формат А4)
3. Чертеж конструкции выходного каскада (Формат А4).

Пояснительная записка выполняется в соответствии с требованиями на учебную документацию и должна содержать: задание на проект, введение, расчетную часть (содержит разработку структурной и принципиальной схем передатчика, а также электрический расчет выходного каскада с цепями согласования), конструкторскую часть (содержит разработку конструкции выходного каскада и конструктивный расчет индуктивностей этого каскада).

Сроки выполнения проекта

Дисциплина «Радиопередающие устройства» изучается в шестом и седьмом семестрах, а курсовой проект в соответствии с федеральной государственной образовательной программой выполняется в 7 семестре обучения. За время семестра проводится три контролирующих рейтинга выполнения проекта, с учетом которых после защиты проекта выставляется его оценка. По результатам первого рейтинга (на шестой неделе семестра) контролируется разработка структурной схемы заданного

устройства. Во время второго рейтинга (на 12-й неделе семестра) контролируется выполнение расчетной части проекта. Третий рейтинг подводит итоги выполнения и защиты проекта.

Типовые задания на проектирование

№ п/п	Мощность, Вт	Перестраиваемые несущие частоты в диапазоне		Вид модуляции	Скорость передачи, Кбит/с	Модулирующие частоты, кГц		Сигнал модуляции, dBm	Стабильность частоты	Сопротивление нагрузки, Ом	Глубина модуляции, %
		f_{\min} МГц	f_{\max} МГц			F_H кГц	F_B кГц				
1	100	305	330	ОБП	—	0,05	15	1000	10^{-6}	50	1
2	20	900	905	QPSK	2048	—	—	20	10^{-5}	50	—
3	0,5	1900	1920	КАМ-16	8448	—	—	1,0	10^{-6}	50	—
4	500	205	220	QPSK	8448	—	—	10	10^{-4}	50	—
5	300	600	630	BPSK	2048	—	—	10	10^{-5}	50	—
6	2	1450	1480	BPSK	2048	—	—	50	10^{-5}	50	—
7	50	620	680	BPSK	8448	—	—	10	10^{-5}	50	—
8	500	450	475	QPSK	8448	—	—	20	10^{-5}	50	—
9	400	51	61	ЧМ	—	0,1	12	1000	10^{-6}	50	10
10	100	170	180	АМ	—	0,05	20	500	10^{-5}	50	1
11	200	300	310	АМ	—	0,05	15	100	10^{-5}	50	1
12	300	390	420	QPSK	8448	—	—	10	10^{-5}	50	—
13	200	175	235	ЧМ	—	0,05	20	100	10^{-5}	50	10
14	100	250	300	АМ	—	0,05	15	100	10^{-4}	50	1
15	500	100	150	ЧМ	—	0,1	15	100	10^{-5}	50	10
16	300	120	130	КАМ-16	2048	—	—	100	10^{-5}	50	—
17	1000	290	330	QPSK	8448	—	—	100	10^{-5}	50	—
18	150	70	80	ОБП	2048	—	—	50	10^{-6}	50	1
19	100	450	500	ЧМ	—	0,1	15	100	10^{-5}	50	10
20	2	2000	2100	QPSK	2048	—	—	10	10^{-5}	50	—

Фонд оценочных материалов для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы, автор, название, вид издания, издательство	Год издания	Книгообеспеченность	
		Количество экземпляров в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература			
1. Самойлов, А.Г. Устройства генерирования и формирования сигналов: учеб. пособие / А.Г. Самойлов, С.А. Самойлов; Владим. Гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. - 240 с/ ISBN 978-5-9984-0855-7	2018	22	+
2. Самойлов, А.Г. Методы и устройства формирования сигналов. Уч. пос. к курсовому пр. / А.Г. Самойлов, С.А. Самойлов; Владим. Гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. - 200 с. ISBN 978-5-9984-1032-1	2019	22	+
3. Радиотехнические системы : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / М. Ю. Застела [и др.] ; под общей редакцией М. Ю. Застела - 3-е изд., перераб. и доп. — М: Изд-во Юрайт, 2019. -495 с.- ISBN 978-5-534-06598-5. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт	2019		Свободный доступ URL: https://urait.ru/bcode/441395
Дополнительная литература			
1. Дегтярь Г.А. Устройства генерирования и формирования сигналов (2003) .pdf	2018		Свободный доступ URL: https://studizba.com/hs/151-mgtu-im-baumana/files/1808-sem/1901-ustrojstva-formirovanija-i-generirovanij/8788-knigi-i-metodicheskie-ukazanija/212889-degtjar-g.a.-ustrojstva-generirovanija-i.html
2. Берикашвили, В. Ш. Основы радиоэлектроники: системы передачи информации : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Ш. Берикашвили. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Изд-во Юрайт, 2019. — 105 с. — ISBN 978-5-534-10493-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт	2019		Свободный доступ URL: https://urait.ru/bcode/430609

6.2 Периодические издания

Отечественные журналы:



- Радиотехника;
- Проектирование и технология электронных средств;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.


6.3 Интернет ресурсы

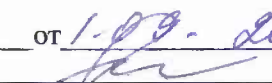
<https://siblec.ru/telekommunikatsii/osnovy-radiosvyazi-i-televideniya/1-osnovy-radiosvyazi/1-2-radiopredayushchie-ustrojstva>
<https://siblec.ru/telekommunikatsii/radiosistemy-peredachi-informatsii>

• **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий практического типа. Лабораторные работы проводятся в ауд. 501а-3. Лаборатория 501а - 3 оснащена макетами блоков радиопередающих устройств и контрольно-измерительными приборами, необходимыми для выполнения лабораторных работ.

Рабочую программу составил д.т.н., профессор каф. РТ и РС  Самойлов А.Г.
Рецензент, Генеральный директор ОАО
«Владимирское КБ радиосвязи», к.т.н.  А.Е.Богданов

Программа одобрена на заседании каф. РТ и РС
Протокол № 1 от 30.08.2021
Заведующий кафедрой РТ и РС  Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления
Протокол № 1 от 1.09.2021 года
Председатель комиссии  Никитин О.Р.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины «Радиопередающие устройства»
образовательной программы направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, направленность: Электронные цифровые устройства и системы (бакалавр)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой _____ / _____

Подпись

ФИО