

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

« 29 » 06 2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### «Радиопередающие устройства»

Направление подготовки: 11.03.01 Радиотехника

Профиль/программа подготовки: Радиотехнические устройства и системы

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед, /час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма про- межуточной аттестации (экзамен/зачет /зачет с оцен- кой)
5	5/180	36	18	18	81	Экз. (27)
6	4/144	18	18	18	54	Экз., КП, (36)
Итого	9/324	54	36	36	135	Экз., КП, (63)

Владимир, 2019

### 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 обязательной части дисциплин.

Пререквизиты дисциплины: высшая математика, физика, информационные технологии в радиоэлектронике.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы освоения компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-1	Полное	Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественно- научную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора. - <i>знать</i> : тенденции и перспективы развития радиотехники, а также смежных областей науки и техники. - <i>уметь</i> : использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности - <i>владеть</i> : методиками оценки эффективности предлагаемых вариантов выбора решения проблем
ОПК-2	Частичное	Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы. - <i>знать</i> : методы синтеза и исследования моделей. - <i>уметь</i> : адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования. - <i>владеть</i> : навыками методологического анализа научного исследования и его результатов
ПК-1	Частичное	Способен самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов. - <i>знать</i> : - передовые методы организации сетей связи; методики построения линий связи. - <i>уметь</i> : применять методы построения систем телекоммуникаций; разрабатывать дорожную карту построения сети связи, принимать результативные решения для ее реализации. - <i>владеть</i> : -методами научного проектирования радиосетей.
ПК-2	Полное	Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ. - <i>знать</i> : -методы машинного моделирования сложных систем. - <i>уметь</i> : использовать современные методы системного подхода и критического анализа; разрабатывать алгоритмы функционирования сложных устройств. - <i>владеть</i> : -методологией проведения измерительных работ; методиками обработки результатов моделирования и экспериментов.
ПК-3	Полное	Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов - <i>знать</i> : -методы системного и критического анализа; методики обработки экспериментальных данных. - <i>уметь</i> : -применять методы анализа проблемных ситуаций; разрабатывать

	алгоритмы моделей систем и устройств, принимать конкретные решения для реализации моделей. -владеть: -методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий эксперимента.
--	---

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах/направлении%)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	КП КР		
1.	Введение. История радиопередающих устройств (РПДУ).	5	1	2	2				4/100	
2.	Общая характеристика радиопередающих устройств	5	2	2			1		2/100	
3.	Элементная база РПДУ	5	3	2	2		3		4/100	
4.	Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ)	5	4	2			4		2/100	
5.	Разложение косинусоидальных импульсов	5	5	2	2		5		4/100	
6.	Режимы работы ГВВ	5	6	2			10		2/100	Рейтинг-контроль 1
7.	Характеристики ГВВ	5	7	2	2		10		4/100	
8.	Схемотехника каскадов ГВВ	5	8	2			3		2/100	
9.	Методы сложения мощностей ГВВ	5	9	2	2	4	3		4/50	
10.	Синфазные мостовые схемы	5	10	2			5		2/100	
11.	Квадратурные мостовые схемы	5	11	2	2	4	5		4/50	
12.	Методы генерирования сигналов	5	12	2			5		2/100	Рейтинг-контроль 2
13.	Трехточечные автогенераторы	5	13	2	2	4	5		4/50	
14.	Генераторы на лавинно-пролетных диодах	5	14	2			5		2/100	
15.	Генераторы и схемотехника СВЧ	5	15	2	2	4	5		4/50	
16.	Квантовые генераторы	5	16	2			5		2/100	
17.	Возбудители частоты	5	17	2	2	2	2		4/66	
18.	Синтезаторы частоты	5	18	2			5		2/100	Рейтинг-контроль 3
<b>Всего за 5 семестр</b>			18	36	18	18	81		54/75	Экз. 27

19.	Управление колебаниями. Амплитудная модуляция	6	1,2	2	2	-	6		4/100	
20.	Однополосная модуляция	6	3,4	2	2	-	8		2/50	
21.	Угловые методы модуляции. Частотная и фазовая модуляции.	6	5,6	2	2	-	8		4/100	Рейтинг-контроль 1
22.	Цифровые методы модуляции	6	7,8	2	2		6		2/50	
23.	Бинарная манипуляция - BPSK	6	9,10	2	2	4	5		4/50	
24.	Квадратурная манипуляция - QPSK	6	11,12	2	2	4	5		4/50	Рейтинг-контроль 2
25.	Квадратурная амплитудная манипуляция - QAM	6	13,14	2	2	4	5		4/50	
26.	Модуляция прямым расширением спектра	6	15,16	2	2	4	6		4/50	
27.	Псевдослучайная перестройка радио частоты -ППРЧ	6	17,18	2	2	2	5	КП	4/67	Рейтинг-контроль 3
Наличие в дисциплине кл/кр									КП	
<b>Всего за 6 семестр</b>			18	18	18	18	54	КП	32/59	Экз., КП, 36
<b>Итого по дисциплине</b>			36	54	36	36	135	КП	86/68	Экз.27, Экз., КП, 36

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Раздел 1. (5-й семестр)

Тема 1. Четыре революции устройств передачи информации. Передача информации искровым способом, дуговым, с помощью радиоламп, с помощью транзисторов.

Тема 2. Классификация радиопередающих устройств. Особенности подвижных радиопередающих устройств. Спутниковые транспондеры. Радиопередающие устройства радиорелейных линий.

Тема 3. Пассивные элементы: резисторы, емкости, индуктивности. Активные элементы: радиолампы, биполярные транзисторы, полевые транзисторы, лавинопролетные диоды, диоды Ганна, Активные элементы СВЧ: магнетроны, клистроны, ЛБВ, гиротроны.

Тема 4. Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ), характеристики, основные параметры, схемы включения, достоинства и недостатки.

Тема 5. Коэффициенты разложения косинусоидальных сигналов, коэффициенты Берга. Углы отсечки. Выбор оптимальных углов отсечки для наилучшего КПД усилителя мощности.

Темы 6-8. Недонапряженный режим работы ГВВ, его особенности, характеристики. Перенапряженный режим работы ГВВ. Критический режим работы. Усиление мощности в различных режимах работы ГВВ. Динамические и статические характеристики ГВВ. Нагрузочные характеристики ГВВ. Схемотехнические решения каскадов усиления мощности.

Тема 9. Простые методы сложения мощностей. Сложение мощностей в пространстве. Мостовые методы сложения мощностей ГВВ.

Темы 10-11. Синфазные и квадратурные мостовые схемы, их особенности, возможности комплексирования. Микрополосковое исполнение мостов. Основные свойства и характеристики.

Тема 12. Различные способы генерирования гармонических сигналов. Особенности способов генерации, основные характеристики, элементная база.

Тема 13. Принцип работы и схемные решения трехточечных автогенераторов. Управляемые трехточечные генераторы. Нагрузочная способность, стабильность генерируемой частоты. Кварцевые автогенераторы.

Тема 14. Физика работы генераторов на лавинно-пролетных диодах. Характеристики генераторов, их параметры. Генераторы на диодах Ганна, их свойства.

Тема 15. Генераторы диапазона СВЧ на магнетронах. Особенности и характеристики магнетронных автогенераторов. Особенности генерации сигналов миллиметрового диапазона волн, гиротроны.

Тема 16. Лазеры и мазеры. Их разновидности. Квантовый принцип генерации энергии.

Тема 17. Генераторы с плавной перестройкой частоты – возбудители частоты. Стабильность частоты. Практическое применение возбудителей частоты.

Тема 18. Прямой и косвенный методы синтеза частоты. Синтезатор частоты с вычитанием ошибки. Двухуровневый синтезатор частоты.

#### **Раздел 2. (6-й семестр)**

Тема 19. Аналоговые виды управления колебаниями. Амплитудная модуляция. Свойства и особенности. Схемные решения базовой и коллекторной модуляции, характеристики и области применения.

Тема 20. Преимущества и недостатки модуляции одной боковой полосы. Фильтровой способ построения радиопередающих устройств с модуляцией одной боковой полосы. Реализуемые высокочастотные фильтры. Фазокомпенсационный способ однополосной модуляции и его особенности.

Тема 21. Частотная модуляция. Девиация частоты и индекс частотной модуляции. Методы частотной модуляции – прямой и косвенный. Фазовая модуляция, ее особенности. Схемы фазовых модуляторов.

Тема 22. Цифровые методы модуляции. Дискретизация аналоговых сигналов. Виды манипуляции на примерах АИМ-1, АИМ-2, ФИМ-1, ФИМ-2. Квантование сигналов. Ошибки квантования. Кодирование сообщений.

Тема 23. Бинарная манипуляция – принцип работы, свойства и характеристики. ИКМ как основа цифровых видов модуляции.

Тема 24. Квадратурная манипуляция. Метод увеличения скорости передачи сообщений. Офсетная квадратурная манипуляция и ее особенности.

Тема 25. Квадратурная амплитудная манипуляция. Сигнальное созвездие, глазковые диаграммы. Особенности кодирования. Метод Галлея.

Тема 26-27. Методы модуляции с расширением спектра. Прямой метод с подавлением помех. Метод псевдослучайной перестройки частоты (ППРЧ). Быстрая и медленная ППРЧ, их свойства и особенности.

#### **Содержание практических занятий по дисциплине**

##### Раздел 1 (5-й семестр).

Темы 1-4. Схемные решения генераторов с внешним возбуждением. Работа ГВВ в режиме с общим эмиттером. Особенности и характеристики. Зависимость свойств ГВВ от нагрузки.

Темы 5-8. Работа ГВВ в режиме с общей базой. Основные параметры по сравнению со схемой с общим эмиттером. Работа ГВВ в различных режимах.

Темы 9-11. Сложение мощностей в общем контуре. Исследование принципа сложения мощностей в пространстве. Расчет квадратурных мостовых схем.

Темы 12-13. Расчет трехточечного автогенератора. Расчет кварцевого автогенератора.

Темы 14 -15. Схемотехника генераторов СВЧ диапазона частот Основы расчетов СВЧ генераторов.

Тема 16. Расчет схем согласования квантовых генераторов с нагрузками.

Темы 17-18. Исследование спектральных свойств синтезаторов частоты, построенных прямым и косвенным способами.

##### Раздел 2 (6-й семестр).

Темы 19-21. Исследование аналоговых видов модуляции. Помехоустойчивость амплитудной, частотной и фазовой модуляций.

Темы 22-25. Построение сигнальных созвездий. Построение созвездий с расширенным интервалом Хемминга. Изучение схем кодеров на примере сверточных кодов.

Темы 26-27. Расчет выигрыша при использовании быстрой псевдослучайной перестройки частоты.

#### **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.

#### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Радиопередающие устройства» используются разнообразные образовательные технологии, как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения. Активные и интерактивные методы обучения.

5-й семестр:

Групповая дискуссия (Раздел №1, темы №5-9; №19-21). Тренинг (Раздел №1, темы №10-16). Разбор конкретных ситуаций (Раздел №1, темы №17,18).

6-й семестр:

Групповая дискуссия (Раздел №2, темы №19-21,26,27 ).Тренинг (Раздел №2, темы №22,23). Разбор конкретных ситуаций (Раздел №2, темы №24,25).

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

### **6.1. 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?

### **6.2. 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?

### **6.3. 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.

### **6.4. 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 OFDM.
19. Классификация используемых диапазонов частот.
20. Транспондеры спутниковой связи.

### 6.5. Тесты контроля СРС

#### Задания и тесты контроля СРС по дисциплине на 5 семестр

1. Каков рекомендуемый угол отсечки для мощных генераторов с внешним возбуждением?
  - $180^{\circ}$ ,
  - $70^{\circ} - 110^{\circ}$ ,
  - $90^{\circ}$ .
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 критическом,
  - 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?
  - на низкоомных нагрузках мала величина напряжения,
  - 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.

#### 6.6. Задания и тесты контроля СРС по дисциплине на 6 семестр

20. Что такое глубина амплитудной модуляции?
- произведение амплитуд модулирующего сигнала и сигнала несущей,
  - отношение амплитуд модулирующего сигнала и сигнала несущей,
  - отношение частот модулирующей и несущей.
21. В чем недостаток модулятора смещением?
- есть ограничение на величину коэффициента модуляции,
  - необходим мощный модулятор,
  - велики нелинейные искажения.
22. В чем недостаток коллекторного модулятора?
- требуется мощный модулятор,
  - есть ограничение на величину коэффициента модуляции,
  - необходим активный элемент с четырехкратным запасом по мощности.
23. Каков запас по мощности должен быть у активного элемента при амплитудной модуляции?
- 30%,

- 200%,
  - 400%.
24. Какую полосу частот занимает амплитудно-модулированный сигнал?
- удвоенную полосу частот модулирующего сигнала,
  - полосу частот модулирующего сигнала,
  - половину полосы частот модулирующего сигнала.
25. Какой энергетический выигрыш можно получить при переходе от амплитудной модуляции к однополосной?
- 4 раза,
  - 7 раз,
  - от 8 до 16 раз.
26. В чем основной недостаток формирования однополосного сигнала фильтровым способом?
- требуется сложный фильтр,
  - трудно реализовать на несущей частоте,
  - нужна диапазонная линия задержки модулирующих сигналов.
27. В чем недостатки формирования однополосного сигнала фазокомпенсационным способом?
- нужна диапазонная линия задержки модулирующих сигналов,
  - требуются сложные фильтры,
  - трудно реализовать на несущей частоте.
28. Что такое девиация частоты?
- половина полосы частот ЧМ сигнала,
  - максимальное отклонение частоты от несущей,
  - максимальное изменение модулирующей частоты.
29. Чем отличается сигнал ЧММС от частотно – манипулированного сигнала?
- повышается скорость передачи информации,
  - отсутствуют скачки фаз при передаче информации,
  - спектр ЧММС много шире.
30. 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.

### 6.7. Задание на курсовой проект

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.

### 6.8. 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).

### 6.9. Сроки выполнения проекта

Дисциплина «Радиопередающие устройства» изучается в пятом и шестом семестрах, а курсовой проект в соответствии с федеральной государственной образовательной программой выполняется в 6 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.

#### 6.10. Типовые задания на проектирование

№ п/п	Мощность, Вт	Перестраиваемые несущие частоты в диапазоне		Вид модуляции	Скорость передачи, Кбит/с	Модулирующие частоты, кГц		Сигнал модуляции, дВм	Стабильность частоты	Сопротивление нагрузки, Ом	Глубина модуляции, м
		$f_{\text{мин}}$ МГц	$f_{\text{макс}}$ МГц			$F_{\text{Н}}$ кГц	$F_{\text{В}}$ 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	$10^{-6}$	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 средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. 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
<b>Основная литература</b>			
1. Учебное пособие. 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. Учебное пособие. 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. Першин В. Т. Формирование и генерирование сигналов в цифровой радиосвязи: Учебное пособие / В.Т. Першин. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 614 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-006703-2	2013	-	Режим доступа: <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=405030">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=405030</a>
<b>Дополнительная литература</b>			
1. 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: <a href="https://urait.ru/bcode/441395">https://urait.ru/bcode/441395</a>
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: <a href="https://urait.ru/bcode/430609">https://urait.ru/bcode/430609</a>

### 7.2 Периодические издания

#### Отечественные журналы:

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

#### Реферативные журналы:

- Радиотехника;
- Электроника.

#### Зарубежные журналы:

- IEEE Transactions on Signal Processing;
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

### 7.3. Интернет ресурс

- Иванюшкин Р.Ю. Радиопередающие устройства. Свободный доступ. [https://www.youtube.com/watch?v=v5eM\\_kajVMU](https://www.youtube.com/watch?v=v5eM_kajVMU)
- Радиопередающие устройства. Свободный доступ. <https://www.prilib.ru/catalog/51942>
- Садовский А.С. Приёмно-передающие радиоустройства и системы связи. Свободный доступ. <http://window.edu.ru/resource/186/45186/files/53.pdf>

### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий практического типа. Лабораторные работы проводятся в ауд. 501а-3.

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 № 18 от 26.06.2019

Заведующий кафедрой РТ и РС  Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления

Протокол № 4 от 27.06.19 года

Председатель комиссии  Никитин О.Р.

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 20/21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 24.06.20 года

Заведующий кафедрой  Никитин

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 \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_