МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

# Устройства ГФС

рабочая программа дисциплины (модуля)

| | |
|---|---|
| Закреплена за кафедрой | **Радиотехнических устройств** |
| Учебный план | 11.05.01_26_00.plx<br>11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы |
| Квалификация | **инженер** |
| Форма обучения | **очная** |
| Общая трудоемкость | **5 ЗЕТ** |

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | **6 (3.2)** | | Итого | |
|---|---|---|---|---|
| Недель | 16 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Лабораторные | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Практические | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Иная контактная работа | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 |
| Консультирование перед экзаменом и практикой | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Итого ауд. | 66,65 | 66,65 | 66,65 | 66,65 |
| Контактная работа | 66,65 | 66,65 | 66,65 | 66,65 |
| Сам. работа | 71,3 | 71,3 | 71,3 | 71,3 |
| Часы на контроль | 26,35 | 26,35 | 26,35 | 26,35 |
| Письменная работа на курсе | 15,7 | 15,7 | 15,7 | 15,7 |
| Итого | 180 | 180 | 180 | 180 |

г. Рязань

Программу составил(и):
*к.т.н., доц., Богданов Александр Сергеевич*

Рабочая программа дисциплины
**Устройства ГФС**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:
ФГОС ВО - специалитет по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы (приказ Минобрнауки России от 09.02.2018 г. № 94)

составлена на основании учебного плана:
11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
утвержденного учёным советом вуза от 24.04.2026 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
**Радиотехнических устройств**

Протокол от 23.06.2026 г. № 12
Срок действия программы: 20262031 уч.г.
Зав. кафедрой Паршин Юрий Николаевич

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
**Радиотехнических устройств**

Протокол от __ _____ 2027 г. № __

Зав. кафедрой _____

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
**Радиотехнических устройств**

Протокол от __ _____ 2028 г. № __

Зав. кафедрой _____

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры
**Радиотехнических устройств**

Протокол от __ _____ 2029 г. № __

Зав. кафедрой _____

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2030-2031 учебном году на заседании кафедры

**Радиотехнических устройств**

Протокол от __ _____ 2030 г. № __

Зав. кафедрой _____

| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) | |
|---|---|
| 1.1 | Целью освоения дисциплины является приобретение базовых знаний и умений в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом, формирование у студентов способностей использования законов и методов естественных наук для решения задач инженерной деятельности, к самостоятельному проведению экспериментальных исследований, обработке и представлению полученных данных. |

| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ | |
|---|---|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.В |
| **2.1** | **Требования к предварительной подготовке обучающегося:** |
| 2.1.1 | Радиоавтоматика |
| 2.1.2 | Электродинамика и распространение радиоволн |
| 2.1.3 | Электропреобразовательные устройства |
| 2.1.4 | Основы электроники |
| **2.2** | **Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:** |
| 2.2.1 | Комплексирование приемо-передающих систем |
| 2.2.2 | Многоканальные приемопередающие системы |
| 2.2.3 | Обработка аудиовидеоинформации |
| 2.2.4 | Оптические устройства в радиотехнике |
| 2.2.5 | Проектирование беспроводной РЭА |
| 2.2.6 | Проектирование приемопередающих систем |
| 2.2.7 | СВЧ приемо-передающие устройства |
| 2.2.8 | Спутниковые радиоприемные системы |
| 2.2.9 | Статистическая теория РТС |
| 2.2.10 | Устройства ПОС |
| 2.2.11 | Беспроводные технологии передачи данных |
| 2.2.12 | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.13 | Преддипломная практика |
| 2.2.14 | Радиотехнические системы |
| 2.2.15 | Расчетно-конструкторская работа |
| 2.2.16 | Учебно-исследовательская работа |
| 2.2.17 | Электропитание мобильной РЭА |
| 2.2.18 | Энергосберегающие технологии в беспроводной РЭА |
| 2.2.19 | НИРС |

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ПК-1 : Способен обеспечить реализацию требований технического задания на проектирование и осуществлять технологическое управление процессом создания радиоэлектронных систем и комплексов**

**ПК-1 .1. Выполняет анализ требований технического задания для разработки функциональных узлов радиоэлектронных систем и комплексов**

**Знать**
методики анализа требований технического задания на разработку функциональных узлов радиоэлектронных систем и комплексов
**Уметь**
проводить анализ требований технического задания
**Владеть**
навыками анализа параметров технического задания на разработку радиоэлектронных систем и комплексов

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

| **3.1** | **Знать:** |
|---|---|
| 3.1.1 | - основные методы и средства проведения экспериментальных исследований; |
| 3.1.2 | - методику проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков радиотехнических устройств и систем; |
| **3.2** | **Уметь:** |
| 3.2.1 | - выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования; |

| | |
|---|---|
| 3.2.2 | - проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; |
| **3.3** | **Владеть:** |
| 3.3.1 | - обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений; |
| 3.3.2 | - проведения исследования характеристик радиотехнических устройств и систем; |

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Компетен-ции | Литература | Форма контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Раздел 1. Устройства ГФС** | | | | | |
| 1.1 | Генераторы с внешним возбуждением /Тема/ | 6 | 0 | | | |
| 1.2 | Резонансные цепи согласования. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1 .1-З<br>ПК-1 .1-У<br>ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.10 | |
| 1.3 | Цепи питания и смешения в генераторах. Классификация цепей согласования ГВВ и их характеристики. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1 .1-З<br>ПК-1 .1-У<br>ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.10 | |
| 1.4 | Выбор транзистора для выходного усилителя мощности (ВУМ) и расчет параметров его схемы замещения. Энергетический расчет выходного усилителя мощности /Пр/ | 6 | 1 | ПК-1 .1-З<br>ПК-1 .1-У<br>ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.10 | |
| 1.5 | Исследование режимов работы транзисторного усилителя мощности. /Лаб/ | 6 | 4 | ПК-1 .1-З<br>ПК-1 .1-У<br>ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.10 | |
| 1.6 | Энергетический расчет выходного усилителя мощности /Пр/ | 6 | 1 | ПК-1 .1-З<br>ПК-1 .1-У<br>ПК-1 .1-В | Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.10 | |
| 1.7 | Генераторы с внешним возбуждением. /Ср/ | 6 | 8 | ПК-1 .1-З<br>ПК-1 .1-У<br>ПК-1 .1-В | Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.10 | |
| 1.8 | Согласование генераторов с внешним возбуждением с оконечной нагрузкой. /Тема/ | 6 | 0 | | | |
| 1.9 | Классификация цепей согласования ГВВ и их характеристики.Резонансные цепи согласования. Простая и сложная схемы выхода. Неперестраиваемые широкополосные цепи согласования. /Лек/ | 6 | 4 | ПК-1 .1-З<br>ПК-1 .1-У<br>ПК-1 .1-В | Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.10 | |
| 1.10 | Электрический расчет параметров элементов цепи согласования /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1 .1-З<br>ПК-1 .1-У<br>ПК-1 .1-В | Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.10 | |
| 1.11 | Исследование нагрузочных характеристик генератора с внешним возбуждением. Исследование усилителя мощности с резонансной цепью согласования. /Лаб/ | 6 | 4 | ПК-1 .1-З<br>ПК-1 .1-У<br>ПК-1 .1-В | Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.10 | |
| 1.12 | Электрический расчет коллекторной цепи согласования с оконечной нагрузкой /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1 .1-З<br>ПК-1 .1-У<br>ПК-1 .1-В | Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.10 | |
| 1.13 | Исследование одноконтурных автогенераторов с параметрической стабилизацией. Исследование автогенераторов с кварцевой стабилизацией. /Лаб/ | 6 | 4 | ПК-1 .1-З<br>ПК-1 .1-У<br>ПК-1 .1-В | Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.10 | |
| 1.14 | Согласование генераторов с внешним возбуждением с оконечной нагрузкой. /Ср/ | 6 | 8 | ПК-1 .1-З<br>ПК-1 .1-У<br>ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2<br>Л2.3Л3.10 | |
| 1.15 | Умножители и делители частоты в генераторных устройствах. /Тема/ | 6 | 0 | | | |
| 1.16 | Умножители частоты на основе трех полюсных активных приборах. Умножители частоты на варакторах и варикапах. /Лек/ | 6 | 4 | ПК-1 .1-З<br>ПК-1 .1-У<br>ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.10 | |
| 1.17 | Энергетический расчет активного умножителя частоты /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1 .1-З<br>ПК-1 .1-У<br>ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.10 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.18 | Умножители и делители частоты в генераторных устройствах. /Ср/ | 6 | 8 | ПК-1 .1-З ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.10 | |
| 1.19 | Суммирование и деление мощности в генераторных устройствах /Тема/ | 6 | 0 | | | |
| 1.20 | Делители частоты. Суммирование мощности генераторов. /Лек/ | 6 | 4 | ПК-1 .1-З ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.10 | |
| 1.21 | Составление схемы и анализ свойств сумматора мощности на основе двухтактного каскада на балансном транзисторе /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1 .1-З ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.10 | |
| 1.22 | Суммирование и деление мощности в генераторных устройствах /Ср/ | 6 | 8 | ПК-1 .1-З ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.10 | |
| 1.23 | Автогенераторы (АГ) гармонических колебаний и стабилизация частоты. /Тема/ | 6 | 0 | | | |
| 1.24 | Трехточечные автогенераторы. Параметрическая и кварцевая стабилизация частоты АГ /Лек/ | 6 | 4 | ПК-1 .1-З ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.10 | |
| 1.25 | Разработка и расчет автогенератора управляемого напряжением (ГУН). /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1 .1-З ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.10 | |
| 1.26 | Автогенераторы (АГ) гармонических колебаний и стабилизация частоты. /Ср/ | 6 | 8 | ПК-1 .1-З ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.10 | |
| 1.27 | Стабилизация частоты колебаний в диапазоне частот. Синтезаторы частоты. /Тема/ | 6 | 0 | | | |
| 1.28 | Понятие сетки частот. Способы формирования сетки частот. Синтезаторы частоты прямого и косвенного видов. Модуляция, модулирующие сигналы, динамические модуляционные характеристики. /Лек/ | 6 | 4 | ПК-1 .1-З ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.10 | |
| 1.29 | Стабилизация частоты колебаний в диапазоне частот. Синтезаторы частоты. /Ср/ | 6 | 11,3 | ПК-1 .1-З ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.10 | |
| 1.30 | Модуляция высокочастотных колебаний. /Тема/ | 6 | 0 | | | |
| 1.31 | Амплитудная модуляция. Угловая модуляция. /Лек/ | 6 | 4 | ПК-1 .1-З ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.10 | |
| 1.32 | Однополосная модуляция. Амплитудно-импульсная модуляция. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1 .1-З ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.10 | |
| 1.33 | Исследование частотного модулятора на варикапе. Исследование частотного модулятора на реактивном транзисторе. /Лаб/ | 6 | 4 | ПК-1 .1-З ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.10 | |
| 1.34 | Модуляция высокочастотных колебаний. /Ср/ | 6 | 10 | ПК-1 .1-З ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.10 | |
| 1.35 | Устройства ГФС /КПКР/ | 6 | 15,7 | ПК-1 .1-З ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.5 Л3.6 | |
| 1.36 | Структурные схемы передатчиков различного назначения Проблема устойчивости генераторных устройств /Тема/ | 6 | 0 | | | |
| 1.37 | Структурные схемы передатчиков различного назначения /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1 .1-З ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.10 | |
| 1.38 | Разработка и расчет структурной схемы генераторного тракта радиопередатчика, составление принципиальных схем каскадов. /Пр/ | 6 | 4 | ПК-1 .1-З ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.10 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.39 | Структурные схемы передатчиков различного назначения Проблема устойчивости генераторных устройств /Ср/ | 6 | 10 | ПК-1 .1-З<br>ПК-1 .1-У<br>ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.10 | |
| 1.40 | Устройства ГФС /Экзамен/ | 6 | 26,35 | ПК-1 .1-З<br>ПК-1 .1-У<br>ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.5 Л3.6 | |
| 1.41 | Структурные схемы передатчиков /ИКР/ | 6 | 0,65 | ПК-1 .1-З<br>ПК-1 .1-У<br>ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.3 Л3.5<br>Л3.6 | |
| 1.42 | консультация перед экзаменом /Кнс/ | 6 | 2 | ПК-1 .1-З<br>ПК-1 .1-У<br>ПК-1 .1-В | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.4<br>Л3.7 Л3.8<br>Л3.9 | |

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

ПК-2: Способен проводить исследование модернизируемых функциональных узлов бортовой аппаратуры космических аппаратов
ПК-2.1: Выполняет расчет электрических режимов компонентной базы бортовой аппаратуры космических аппаратов
ПК-2.2: Проводит измерения режимов работы элементов бортовой аппаратуры космических аппаратов
ПК-5: Способен проводить расчеты для разработки функциональных узлов бортовой аппаратуры космических аппаратов
ПК-5.1: Анализирует входные данные для выполнения расчетов при разработке функциональных узлов бортовой аппаратуры космических аппаратов
ПК-5.2: Проводит расчеты деталей, функциональных узлов, электрических режимов бортовой аппаратуры космических аппаратов по электрическим и технологическим параметрам

Вопросы к зачету по дисциплине
1. Основные технические характеристики радиопередатчиков.
2. Узлы и блоки генераторных устройств. Их назначение и обозначения в схемах.
3. Генераторы. Понятие генератора. Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ). Основные цепи ГВВ. Технические параметры ГВВ.
4. Классы работы ГВВ. Краткая сравнительная оценка классов работы.
5.Статические характеристики активных элементов ГВВ (транзисторов). Параметры статических характеристик транзисторов.
6.Аппроксимация статических характеристик АЭ. Ее назначение. Правило аппроксимации. Основное уравнение АЭ.
7.Уравнение генератора. Понятие динамических характеристик. Динамические характеристики в проходной и выходной системах координат. Режимы работы ГВВ.
8. Нагрузочные характеристики ГВВ. Рекомендации по выбору режима работы ГВВ.
9. Цепи питания АЭ по выходному электроду. Назначение дополнительных элементов в цепях питания и рекомендации по их выбору.
10. Цепи подачи смещения на управляющие электроды. Виды смещений и рекомендации по их использованию. Назначение дополнительных элементов в цепях питания и рекомендации по их выбору.
11. Частотные свойства транзисторов. Электрическая схема замещения транзисторов. Граничные частоты.
12. Цепи согласования ГВВ, их назначение и классификация. Сравнительная оценка различных цепей согласования. Основные требования к цепям согласования.
13. Резонансные цепи согласования. Их достоинства и недостатки. Области применения. Анализ простой схемы выхода.
14. Резонансные цепи согласования. Анализ сложной схемы выхода.
15. Широкополосные цепи согласования. Их классификация, достоинства и недостатки. Цепи согласования на основе полосовых фильтров с преобразованием Нортона.
16. ФНЧ - трансформаторы.
17. Трансформаторы «длинная линия» (ТДЛ). Конструктивная реализация ТДЛ. Достоинства и недостатки.
18.Способы и правила объединения ТДЛ.
19. Суммирование и деление мощности в генераторных устройствах. Способы суммирования. Объединение АЭ в ГВВ. Требования к АЭ. Понятие кажущегося сопротивления.
20. Способы суммирования мощности нескольких ГВВ.
21. Мостовой принцип суммирования и деления мощностей. Его достоинства и недостатки. 22. Суммирующие и делящие мосты на LCR элементах. Достоинства и недостатки мостов.
23. Суммирующие и делящие мосты на ТДЛ. Достоинства и недостатки мостов.
24. Суммирующие и делящие мосты УВЧ и СВЧ на полосковых линиях. Достоинства и недостатки мостов.
25. Квадратурные мосты. Их достоинства и особенности использования.

26.Автогенераторы (АГ). Классификация АГ. Основные требования к АГ. Баланс амплитуд и фаз установившегося режима в обобщенной схеме АГ.
27. Автогенераторы гармонических колебаний. Простейшие (трехточечные) схемы АГ. Правило составления трехточечных схем. Варианты трехточечных схем АГ.
28. Схема АГ с емкостной обратной связью.
29. Схемы АГ с автотрансформаторной обратной связью.
30. Схемы АГ с трансформаторной обратной связью.
31. Баланс фаз и амплитуд в трехточечной схеме АГ. Графическое решение уравнения баланса фаз. Частота генерации АГ.
32. Понятия нестабильности частоты автоколебаний. Сущность параметрической стабилизации АГ. Пример схемной реализации АГ с параметрической стабилизацией.
33. Кварцевая стабилизация. Кварц и его свойства. Кварцевые резонаторы. Эквивалентная схема кварцевого резонатора. Параметры кварцевого резонатора.
34. Способы использования кварцевых резонаторов в АГ. Осциляторные схемы АГ. Достоинства и недостатки осцилляторных схем АГ. Пример схемной реализации.
35. Способы включения кварцевого резонатора в АГ. Схемы АГ с кварцем в цепи ОС. Достоинства и недостатки схем АГ с кварцем в цепи ОС. Пример схемной реализации.
36. Синтезаторы частоты. Методы построения синтезаторов. Синтезаторы прямого синтеза.
37. Синтезаторы частоты. Методы построения синтезаторов. Синтезаторы обратного синтеза.
38. Модуляция, сущность модуляции и ее разновидности. Спектры модулированных колебаний. Полоса частот ВЧ сигнала при разных видах модуляции.
39. Модулирующие сигналы. Параметры модулирующих сигналов и их связь с параметрами ВЧ сигнала.
40Амплитудная модуляция. Ее разновидности. Спектр сигнала с АМ. Способы осуществления АМ. Амплитудные модуляторы.
41. Угловая модуляция. Ее разновидности. Спектр сигнала с УМ. Способы осуществления УМ.
42. Частотная модуляция. Способы осуществления ЧМ. Частотные модуляторы. Статическая модуляционная характеристика частотного модулятора на варикапе. Примеры схемной реализации частотных модуляторов с варикапом.
43. Частотная модуляция. Способы осуществления ЧМ. Частотные модуляторы. Статическая модуляционная характеристика частотного модулятора на реактивном транзисторе. Примеры схемной реализации частотных модуляторов с реактивным транзистором.
44. Фазовая модуляция. Способы осуществления ФМ. Фазовые модуляторы. Статическая модуляционная характеристика. Примеры схемной реализации фазовых модуляторов.
45. Однополосная модуляция. Ее разновидности. Спектр сигнала с ОМ. Способы формирования однополосного сигнала.
46. Усиление сигналов с АМ и ОМ. Выбор режима работы каскадов.
49. Умножители частоты, их назначение. Способы построения умножителей частоты. Класс работы умножителей частоты. Умножители частоты на транзисторах, варакторах и варикапах.
50.Радиоимпульсная модуляция. Спектр радиоимпульса. Способы осуществления импульсной модуляции в генераторах. Импульсные модуляторы при работе с большой скважностью.

Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенций
1. Сформулируйте понятие генератора с внешним возбуждением (ГВВ).
2. Поясните, почему в выходных усилителях мощности (ВУМ) предпочтение отдается нелинейному классу работы.
3. Поясните, какой целью проводится аппроксимация статических характеристик активных элементов ГВВ.
4. Перечислите, в каких режимах могут работать ГВВ.
5. Дайте понятие нагрузочных характеристик ГВВ, и какую информацию можно из них получить.
6. Какую задачу выполняют цепи согласования в ГВВ.
7. Перечислите, достоинства и недостатки резонансных и не перестраиваемых (широкополосных) цепей согласования.
8. Поясните, почему усилительные способности транзисторов по току с ростом рабочей частоты уменьшаются.
9. Поясните, с какой целью в широкополосных ГВВ используются цепи коррекции.
10. Поясните, какие задачи решают в генераторной технике устройства суммирования и деления мощности.
11. Поясните, какими достоинствами и недостатками обладают мостовые способы суммирования и деления мощности.
12. Поясните, в чем отличие ГВВ – усилителя и ГВВ - умножителя частоты.
13. Поясните, какие устройства называют автогенераторами (АГ) и в чем особенность трехточечных автогенераторов.
14. Поясните понятия баланса фаз и амплитуд установившегося режима АГ. Какие требования необходимо выполнить для обеспечения условия самовозбуждения АГ.
15. Поясните, как оценивается нестабильность частоты АГ, и что понимают под параметрической стабилизацией.
16. Какими достоинствами и недостатками обладает кварцевая стабилизация АГ.
17. Поясните понятие синтезатора частоты. В чем отличия синтезаторов прямого и обратного синтезов.
18. Дайте понятие модуляции и ее цели. Какие способы модуляции используются в радиотехнике.
19. В чем состоят достоинства и недостатки амплитудной модуляции (АМ).
Перечислите, какими способами можно осуществить АМ.
20. Какой вид модуляции носит название угловой. Какие существуют способы угловой модуляции.
21. В чем достоинства и недостатки угловой модуляции в сравнению с амплитудной. Перечислите способы построения частотных модуляторов.
22. В чем отличие частотной и фазовой модуляции. Какими достоинствами и недостатками обладает фазовая модуляция в сравнении с частотной модуляцией.
23. Перечислите способы построения фазовых модуляторов.
24. Дайте понятие однополосной модуляции (ОМ). Какие виды ОМ используются в радиотехнике.
25. Перечислите, способы формирования однополосного сигнала. Какому способу отдается предпочтение.

26. Почему однополосный сигнал рекомендуется формировать на малом уровне мощности.
27. Какие проблемы возникают при усилении однополосного сигнала и в чем они проявляются.
28. Дайте понятие амплитудно-импульсной модуляции (АИМ), в чем ее достоинства и недостатки.
29. Какие особенности построения радиопередатчиков с АИМ при большой скважности радиоимпульсов.
30. Приведите структурную схему построения радиопередатчика с угловой модуляцией и поясните назначение ее составных частей.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

| № | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Количество/ название ЭБС |
|---|---|---|---|---|
| Л1.1 | Под ред.Шахгильдяна В.В. | Радиопередающие устройства : Учеб.для вузов | М.:Радио и связь, 1990, 432с. | 5-256-00760-2, 1 |

#### 6.1.2. Дополнительная литература

| № | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Количество/ название ЭБС |
|---|---|---|---|---|
| Л2.1 | Крестов П.А., Богданов А.С., Васильев Е.В., Колесников С.И., Озеран С.П. | Устройства генерирования и формирования радиосигналов : Методические указания | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2013, | , https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2291 |
| Л2.2 | Под ред.Крестова П.А.;РГРТА | Устройства генерирования и формирования радиосигналов : Метод.указ.к лаб.работам | Рязань, 1999, 36с. | , 1 |
| Л2.3 | Крестов П.А., Васильев Е.В. | Проектирование радиопередающих устройств : учеб. пособие | Москва: КУРС, 2020, 181с.; прил. | 978-5-907228-81-8, 1 |

#### 6.1.3. Методические разработки

| № | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Количество/ название ЭБС |
|---|---|---|---|---|
| Л3.1 | Богданов А.С., Васильев Е.В., Колесников С.В., Крестов П.А., Озеран С.П. | Устройства генерирования и формирования радиосигналов : Методические указания | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2019, | , https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2082 |
| Л3.2 | Богданов А.С., Васильев Е.В., Колесников С.В., Крестов П.А., Озеран С.П. | Устройства генерирования и формирования радиосигналов : метод. указ. к лаб. работам | Рязань, 2019, 132с. | , 1 |
| Л3.3 | Крестов П.А. | Автогенераторы и стабилизация частоты колебаний : Методические указания | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2007, | , https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2292 |
| Л3.4 | Крестов П.А., Прибылова Н.М. | Расчет автогенератора гармонических колебаний : Методические указания | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2009, | , https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2294 |

| № | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Количество/ название ЭБС |
|---|---|---|---|---|
| Л3.5 | Крестов П.А., Васильев Е.В. | Передатчик связной радиостанции. Ч.1 : Методические указания | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2012, | , https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2295 |
| Л3.6 | Крестов П.А., Прибылова Н.М. | Расчет генератора с внешним возбуждением : Метод.указания | Рязань, 1990, 24 с. | , 1 |
| Л3.7 | Крестов П.А. | Курсовое проектирование по дисциплинам:"Устройства генерирования и формирования радиосигналов","Устройства приема и обработки сигналов" : Метод.указ. | Рязань, 2003, 16с. | , 1 |
| Л3.8 | Крестов П.А. | Автогенераторы гармонических колебаний : Метод.указ.к лаб.работе N4 | Рязань, 2003, 12с. | , 1 |
| Л3.9 | Крестов П.А. | Частотные модуляторы : Метод.указ.к лаб.работе N6 | Рязань, 2003, 12с. | , 1 |
| Л3.10 | Прибылова Н.М., Крестов П.А., Сухоруков В.Н., Васильев Е.В. | Устройства генерирования и формирования радиосигналов : Метод.указ.к лаб.работам | Рязань, 2004, 32с. | , 1 |

**6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

**6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

| Наименование | Описание |
|---|---|
| Kaspersky Endpoint Security | Коммерческая лицензия |
| LibreOffice | Свободное ПО |
| OpenOffice | Свободное ПО |
| Firefox | Свободное ПО |
| Растровый графический редактор GIMP | Свободное ПО |
| Mozilla | Свободно распространяемое программное обеспечение под лицензиями |
| Операционная система Ubuntu | Свободное ПО |
| Операционная система Ubuntu Linux | Свободное ПО |
| Micro-Cap | Коммерческая лицензия |

**6.3.2 Перечень информационных справочных систем**

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| | |
|---|---|
| 1 | 408 лабораторный корпус. учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, для проведения лабораторных работ Учебно-лабораторные стенды по электропитанию;<br>Блоки питания Б5-7 – 4 шт,<br>Б5-8 – 2 шт;<br>Мультиметры М-830В – 4 шт,<br>М-838 – 10 шт;<br>Вольтметр В7-27 – 3 шт;<br>Осциллографы АКИП-4122/2V – 4 шт, С1-65 – 4 шт<br>ПК Р5В - 4 шт |

| | |
|---|---|
| 2 | 413 лабораторный корпус. помещение для самостоятельной работы обучающихся, лекционная аудитория Специализированная мебель (70 посадочных мест), магнитно-маркерная доска, экран.<br>Мультимедийный проектор (NEC)<br>ПК: Intel Core 2 duo /2Gb – 1 шт<br>Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ |
| 3 | 414 лабораторный корпус. учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, для проведения лабораторных работ Учебно-лабораторные стенды по радиопередающим устройствам со сменными панелями;<br>Анализатор спектра С4-49 – 1 шт;<br>Вольтметр ВУ-15 – 17 шт;<br>Генератор сигналов Г3-109 – 10 шт ;<br>Девиометр С3-1 – 1 шт;<br>Осциллограф DSO-X 2002A – 8 шт, С1-55 – 8 шт,<br>С1-75 – 1 шт;<br>Частотомеры Ч3-33 – 8 шт,<br>Ч3-34А – 1 шт,<br>Ч3-35А – 1 шт;<br>Радиостанция «Лен-Б» – 2 шт;<br>Радиостанция Р113 – 1 шт |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

1. Курсовое проектирование по дисциплинам: Устройства генерирования и формирования радиосигналов, Устройства приема и обработки сигналов: Методические указания / Рязан. гос. радиотехн. акад.; Сост. П.А. Крестов. Рязань, 2003. 16 с.,№3502.
2. Передатчик связной радиостанции: методическое пособие. Часть 1 / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост. П.А. Крестов, Е.В. Васильев, Рязань: РГРТУ, 2012. 80 с.
3. Передатчик связной радиостанции: методическое пособие. Часть 2 / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост. П.А. Крестов, Е.В. Васильев, Рязань: РГРТУ, 2014. 80 с.
4. Устройства генерирования и формирования радиосигналов: методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. радиотехн. ун-т.; сост.: А.С.Богданов, Е.В.Васильев; С.И. Колесников, П.А.Крестов, С.П. Озеран; под ред. П.А.Крестова. Рязань, 2013. 120 с. №4704.

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ | **ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Паршин Юрий Николаевич, Заведующий кафедрой РТУ | **13.08.26** 12:01 (MSK) | Простая подпись |
| ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ | **ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Дмитриев Владимир Тимурович, Заведующий кафедрой РУС | **13.08.26** 12:08 (MSK) | Простая подпись |