

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

**Методические указания для самостоятельной работы
при изучении дисциплины (модуля)**

Дисциплина	Б1.В.16. Устройства генерирования и формирования сигналов <small>код, вид, тип и наименование практики по учебному плану</small>
Специальность	11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы <small>код и наименование направления подготовки /специальности</small>
Специализация	Радиоэлектронные системы передачи информации <small>наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы</small>
Разработчики	доцент Гурин А. В

Мурманск
2019

Составитель – Гурин Алексей Валентинович, доцент кафедры радиоэлектронных систем и транспортного радиоборудования Мурманского государственного технического университета

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой радиоэлектронных систем и транспортного радиоборудования 19 ноября 2019 г., протокол № 8.

Оглавление

Введение.....	4
Тематический план.....	6
Литература.....	7
Содержание и методические указания к изучению тем дисциплины....	8

Введение

Целью дисциплины (модуля) «Устройства генерирования и формирования сигналов» является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и учебным планом для специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»

Задачей данной дисциплины, являющейся базовой дисциплиной специального курса, ставится изучение: теоретических основ формирования и передачи сигналов; принципов построения и способов реализации различных устройств формирования и передачи сигналов на схемотехническом уровне; типов основных каналов передачи информации; элементов теории кодирования и теории информации, основных виды модуляции сигналов и методы уплотнения каналов связи.

- Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой обучающихся).

- Самостоятельная работа обучающихся (далее – СРО) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности обучающегося. СРО играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРО должна стать эффективной и целенаправленной работой обучающихся.

- К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие обучающихся в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом СРО играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

- В процессе самостоятельной работы обучающийся приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

- Формы самостоятельной работы обучающихся разнообразны. Они включают в себя:

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, патентной, статистической, периодической и научной информации;
- подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;
- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.
- Самостоятельная работа приобщает обучающихся к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.
- Основной формой самостоятельной работы обучающегося является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и лабораторных занятиях.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

1. ГЕНЕРАТОР С ВНЕШНИМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ
2. Расчет параметров лампового генератора с внешним возбуждением.
3. ГВВ на транзисторах.
4. СХЕМЫ ГЕНЕРАТОРОВ С ВНЕШНИМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ.
5. Сложение мощностей активных элементов.
6. ВОЗБУДИТЕЛИ РАДИОПЕРЕДАТЧИКОВ
7. Устойчивость работы генераторов с внешним возбуждением.
8. ПЕРЕДАТЧИКИ С АМПЛИТУДНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ.
9. Анодно-экранный модулятор. Амплитудная модуляция транзисторных генераторов.
10. ПЕРЕДАТЧИКИ С ОДНОПОЛОСНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ.
11. РАДИОПЕРЕДАТЧИКИ С УГЛОВОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ
12. Особенности построения передатчиков различного назначения с угловой модуляцией.
13. Телевизионные радиопередатчики сигналов изображения.
14. Передатчики радиорелейной и космической связи.
15. Надежность радиопередатчиков.
16. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СИГНАЛОВ И ПОМЕХ.
17. КАНАЛЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ.
18. МОДУЛЯЦИЯ КАК ПРОЦЕСС УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ СИГНАЛОВ.
19. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ
20. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ КОДИРОВАНИЯ.
21. УПЛОТНЕНИЕ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ.
22. МЕТОДЫ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ, ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ.
23. ВОЗБУДИТЕЛИ КОЛЕБАНИЙ.
24. ВЫХОДНЫЕ И ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ КАСКАДЫ РАДИОПЕРЕДАТЧИКОВ.
25. РАДИОПЕРЕДАТЧИКИ ДИАПАЗОНА СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ. ОСОБЕННОСТИ ДИАПАЗОНА СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ.
26. РАДИОПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА МЕТРОВОГО И ДЕЦИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНОВ ВОЛН.
27. ПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА НА ПРОЛЕТНЫХ КЛИСТРОНАХ.
28. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРЕДАТЧИКОВ НА МАГНЕТРОНЕ.
29. ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В ДИАПАЗОНЕ СВЧ.
30. АНАЛОГОВЫЕ ВИДЫ МОДУЛЯЦИИ С НЕПРЕРЫВНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ СИГНАЛА
31. АНАЛОГОВЫЕ ВИДЫ МОДУЛЯЦИИ С ИМПУЛЬСНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ СИГНАЛА.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Радиопередающие устройства : Учебник для вузов / В.В.Шахгильдян, В.Б.Козырев, А.А.Ляховкин и др.; Под ред. В.В.Шахгильдяна. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 2003; 1996. - 560 с. : ил.
2. Радиопередающие устройства : Учебник для вузов / Л.А. Белов, М.В. Благовещенский, В.М. Богачев и др.; Под ред. М. В. Благовещенского, Г. М. Уткина. - М. : Радио и связь, 1982. - 406 с., ил.
3. Гавриленко И.И. Радиопередающие устройства : Учебник для мор.уч-щ. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Транспорт, 1983. - 368 с.
4. Радиопередающие устройства : Учебник для вузов / Терентьев Б.П., Калашников Н.И., Клягин Л.Е., Штейн Б.Б.; Под ред. Б.П.Терентьева. - М. : Связь, 1972. - 456 с. : ил.
5. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы : Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1986. - 512 с. : ил.
6. Григорьев А.Д. Электродинамика и техника СВЧ : Учебник для вузов по спец. "Электронные приборы и устройства". - М. : Высш.шк., 1990. - 335 с. : ил.
7. Радиопередающие устройства : Учебник для техникумов / Шумилин М.С., Севальцев В.П., Шевцов Э.А. - М. : Высш. шк., 1981, - 293 с., ил.

Дополнительная

1. Прокис Дж. Цифровая связь / Пер.с англ. Д.Д.Кловского. - М. : Радио и связь, 2000. - 800 с. : ил.
2. Максимов В.М. Устройства СВЧ: Основы теории и элементы тракта : Учеб.пособие для вузов / М-во образования РФ. - М. : Сайнс-Пресс, 2002. - 72 с. : ил. - (Конспекты лекций по радиотехническим дисциплинам. Вып.3).
3. Ратынский М.В. Основы сотовой связи / Под ред. Д.Б.Зимины. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 2000. - 248 с. : ил. - (Библиотека сотовой связи).

СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

1. ГЕНЕРАТОР С ВНЕШНИМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ.

В результате изучения данной темы студент должен знать:
Структурная схема ГВВ, баланс мощностей. Применяемые электронные приборы, аппроксимацию их характеристик, уравнение анодного тока. Режимы работы активных элементов в ГВВ, режим с отсечкой тока, понятие коэффициентов Берга. Схемы входных и выходных цепей ГВВ.

В результате изучения данной темы студент должен уметь:
Производить расчет входных и выходных цепей ГВВ, правильно выбирать режим активного элемента, угол отсечки..

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Схемы генераторов с внешним возбуждением. Используемые электронные приборы. Статические характеристики генераторных ламп и транзисторов. Динамические характеристики выходного тока ЭП в ГВВ. Классификация режимов. Методы анализа работы ГВВ с нелинейным электронным прибором. Идеализация статических характеристик электронных приборов. Определение параметров идеализированных характеристик по реальным статическим характеристикам. Уравнение анодного тока ЭП при идеализированных характеристиках. Динамические характеристики. Гармонический анализ анодного тока Коэффициенты Берга.

Рекомендуемая по данной теме литература: [1] с. 10 – 65, [2] с. 14 - 70

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Какие электронные приборы используются в ГВВ? Чем они характеризуются.
2. Аппроксимация характеристик АЭ. Уравнение анодного тока.
3. Режимы работы АЭ в ГВВ. Особенности режимов.
4. Понятие угла отсечки и коэффициентов Берга.
5. Инженерный расчет ГВВ. Различные его виды в зависимости от поставленной задачи.

2. Расчет параметров лампового генератора с внешним возбуждением.

В результате изучения данной темы студент должен знать: как достигается граничный режим, его характеристики. Методы повышения КПД ГВВ, влияние дестабилизирующих факторов, Особенности ГВВ на высоких частотах. Схема с общей сеткой.

В результате изучения данной темы студент должен уметь: Производить расчет ГВВ в граничном режиме, оценивать влияние дестабилизирующих факторов.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Параметры граничного режима. Сеточные цепи ламп в ГВВ. Ламповый генератор с внешним возбуждением по схеме с общей сеткой. Изменение характеристик ГВВ при изменении параметров режима. Использование высших гармоник для повышения КПД ГВВ. Работа ГВВ в перенапряженном режиме. Расчет параметров лампового генератора с внешним возбуждением.

Рекомендуемая по данной теме литература: [1] с. 38 – 74, [2] с. 48 – 70.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Какой режим является оптимальным для работы ГВВ с отсечкой тока?
2. Какова область использования в ГВВ ламп с общей сеткой?
3. Когда используется перенапряженный режим в ГВВ? В чем его недостатки и преимущества?
4. Какие методы повышения КПД ГВВ вы знаете?

3. ГВВ на транзисторах.

В результате изучения данной темы студент должен знать: Особенности работы мощных биполярных транзисторов, как это сказывается на работе ГВВ. Инерционность процессов в р-п переходах. Работа транзисторов в ключевом режиме.

В результате изучения данной темы студент должен уметь: Оценивать влияние эффектов р-п переходов транзистора на работу АЭ в ГВВ. Рассчитывать транзисторные ГВВ, в том числе и ГВВ в ключевом режиме.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

ГВВ на биполярных транзисторах в граничном и недонапряженном режимах. Работа ГВВ на полевых транзисторах в граничном и недонапряженном режимах. Моделирование на ЭВМ ламповых и транзисторных ГВВ. Генератор с внешним возбуждением с транзисторами в ключевом режиме. Умножители частоты..

Рекомендуемая по данной теме литература: [1] с. 65 – 93, [2] с. 30 – 70, 89 – 102.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Чем отличаются характеристики транзисторов и ламп?
2. Какие физические явления лежат в основе работы полупроводниковых приборов?
3. Каким образом можно учесть различие между лампой и транзистором при расчете ГВВ?
4. В чем особенность ключевого режима? Почему в этом режиме обычно используются транзисторы?
5. Как работают умножители частоты?

4. СХЕМЫ ГЕНЕРАТОРОВ С ВНЕШНИМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ.

В результате изучения данной темы студент должен знать:
Входные и выходные цепи ламповых и транзисторных ГВВ. Цепи согласования.

В результате изучения данной темы студент должен уметь:
Рассчитывать цепи питания и смещения ГВВ.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Цепи питания генераторов. Резонансные колебательные цепи генераторов. Широкодиапазонные колебательные цепи генераторов. Выходные колебательные системы.

Рекомендуемая по данной теме литература: [1] с. 102 – 162, [2] с. 89 - 104.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Каковы требования предъявляются к цепям связи? Как они выполняются?
2. Каким образом нужно подавать питание на АЭ, строить цепи смещения и выполнять задачу согласования АЭ с нагрузкой?

5. Сложение мощностей активных элементов.

В результате изучения данной темы студент должен знать: Работа нескольких АЭ на одну нагрузку. Преимущества и недостатки.

В результате изучения данной темы студент должен уметь: Рассчитывать ГВВ с несколькими АЭ, включенными параллельно либо двухтактно.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Параллельное и двухтактное включение электронных приборов. Сложение мощностей ВЧ генераторов. Автоматическая настройка контуров.

Рекомендуемая по данной теме литература: [1] с. 144 – 162, [2] с. 104 – 116.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Параллельное и последовательное включение АЭ. Свойства, соотношения.

2. Двухтактное включение активных элементов. Свойства, соотношения.

6. ВОЗБУДИТЕЛИ РАДИОПЕРЕДАТЧИКОВ.

В результате изучения данной темы студент должен знать:
Автогенераторы. Требования к автогенераторам. Уравнение автогенератора. Возникновение колебаний в автогенераторе. Баланс фаз и баланс амплитуд. Схемы автогенераторов. Нагрузочные характеристики и выбор параметров схем автогенераторов. АГ с мягким и жестким возбуждением. Автогенераторы с фазированием. Нестабильность частоты АГ, причины ее возникновения и методы борьбы с нестабильностью. Применение кварца в АГ. Синтезаторы частоты: виды, структурные схемы, характеристики.

В результате изучения данной темы студент должен уметь:
Рассчитывать автогенераторы..

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Транзисторные автогенераторы. Нестабильность частоты автогенераторов. Цепи питания автогенераторов. Автогенераторы с кварцем. Синтезаторы частоты.

Рекомендуемая по данной теме литература: [1] с. 170 – 203, [2] с. 135 – 178. [5] с. 323 – 364.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Автогенератор, структурная схема и принцип работы.
2. Когда возможно возникновение колебаний в автогенераторе? Уравнение АГ. АГ с мягким и жестким режимом возбуждения.

3. Как строится схема АГ?
4. От чего зависит стабильность работы АГ? Как можно ее повысить?
5. Чем АГ с фазосдвигающей цепью в петле ОС отличается от обычного?
6. Как и зачем используется кварц в АГ? Схема замещения кварца, схемы кварцевых АГ.

7. УСТОЙЧИВОСТЬ РАБОТЫ ГЕНЕРАТОРОВ С ВНЕШНИМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ.

В результате изучения данной темы студент должен знать: Схемы ГВВ, режимы работы ГВВ, виды неустойчивости ГВВ, причины возникновения неустойчивости, методы их нейтрализации.

В результате изучения данной темы студент должен уметь: выполнять расчет основных параметров ГВВ, определять меру и допуск паразитной обратной связи, уметь выполнять расчет цепи нейтрализации паразитной обратной связи.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Виды и причины неустойчивости работы генераторов. Влияние обратной связи на устойчивость линейной и квазилинейной систем. Влияние обратной связи на функции устойчивых линейных и квазилинейных генераторов с внешним возбуждением. Влияние обратной связи на параметрическую чувствительность и модуляционные характеристики. Мера и допуск неопределенной паразитной обратной связи. Возвратное отношение в системах с единственным усилительным элементом. Паразитные обратные связи в конкретных схемах и способы их ослабления. Особенности действия

обратных связей в многокаскадных усилителях высокой частоты.
Параметрическая неустойчивость полупроводниковых генераторов.

Рекомендуемая по данной теме литература: [1], с. 203 – 223; [4], с. 369 – 394; [7] с. 139 – 144; [2] с. 66 - 70

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Понятие устойчивости ГВВ.
2. Причины возникновения самовозбуждения и паразитных колебаний.
3. Каковы способы ослабления влияния проходной емкости в ГВВ?
4. Какие особенности работы транзисторного ГВВ приводят к его неустойчивости?
5. Паразитные колебания. Способы борьбы с ними.

8. ПЕРЕДАТЧИКИ С АМПЛИТУДНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ.

В результате изучения данной темы студент должен знать: АМ сигнал. Энергетические соотношения. Методы формирования АМ сигнала. Схемы модуляторов. Модуляционная характеристика.

В результате изучения данной темы студент должен уметь:
Рассчитывать модулятор с модуляцией на управляющую сетку.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Общие сведения. Модуляция на управляющую сетку. Анодная модуляция. Схемы каскадов радио и звуковой частоты при анодной модуляции. Анодная модуляция с автоматическим смещением и модулированным возбуждением.

Рекомендуемая по данной теме литература: [1] с. 223 – 264, [2] с. 285 – 296.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. АМ сигнал. Энергетика. Соотношения.
2. Требования к модуляторам. Модуляционная характеристика.
3. Модуляция во входной цепи. Свойства.
4. Модуляция в выходной цепи. Преимущества и недостатки.

9. Анодно-экранная модуляция.

В результате изучения данной темы студент должен знать: АМ передатчики. Модуляция в выходной цепи. Свойства, соотношения.

В результате изучения данной темы студент должен уметь: рассчитывать АМ модулятор с модуляцией на анод с автосмещением.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Анодно-экранная модуляция. Амплитудная модуляция транзисторных генераторов. Повышение КПД радиовещательных передатчиков. Прохождение боковых полос при АМ через резонансные ГВВ. Влияние цепи питания на АЧХ. Передатчики с амплитудной манипуляцией. Применение ЭВМ для расчета режимов при АМ.

Рекомендуемая по данной теме литература: [1] с. 223 – 264, [2] с. 285 – 302.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. В чем принцип осуществления одновременной модуляции на управляющую сетку. Свойства.

2. Методы повышения КПД модуляторов.

3. Амплитудная манипуляция. Схемы АМ манипуляторов.

10. ПЕРЕДАТЧИКИ С ОДНОПОЛОСНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ.

В результате изучения данной темы студент должен знать:
Свойства однополосного сигнала. Его преимущества перед АМ сигналом, методы получения ОБП сигнала, структурные схемы ОБП передатчиков, принципы построения ОБП передатчиков.

В результате изучения данной темы студент должен уметь:
составить структурную схему ОБП передатчика, рассчитать усилитель ОБП сигнала

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Сигнал с однополосной модуляцией. Преимущества применения однополосной модуляции в системах связи. Области применения. Требования ГОСТов к передатчикам и возбудителям с однополосной модуляцией. Структурные схемы, этих устройств. Требования к параметрам однополосных сигналов. Методы получения колебаний с однополосной модуляцией. Принципы построения многоканальных передатчиков с однополосной модуляцией. Вторичное уплотнение. Групповой сигнал и его характеристики. Усиление группового сигнала в передатчике с однополосной модуляцией. Особенности схем и режимов усилителей колебаний с однополосной модуляцией. Обратная связь в передатчиках с однополосной модуляцией. Методы

повышения энергетической эффективности мощных усилителей колебаний с однополосной модуляцией.

Рекомендуемая по данной теме литература: [1], с 268 – 303; [2], с. 304 – 309; [4] с. 430 – 471; [3] с. 118 – 130; [7] с. 231 – 241.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Каков выигрыш в мощности передатчика можно получить при переходе с АМ сигнала к ОБП с полностью подавленной несущей?
2. Напишите выражение ОБП сигнала.
3. Какие методы получения ОБП сигнала существуют, опишите их, оцените их преимущества и недостатки.
4. Каковы основные принципы построения многоканального передатчика? Какие задачи необходимо решить при его построении.

11. РАДИОПЕРЕДАТЧИКИ С УГЛОВОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ.

В результате изучения данной темы студент должен знать: ФМ и ЧМ сигнал. Энергетические соотношения. Получение ЧМ колебаний. Использование реактивных ламп и варикапов для получения ЧМ колебаний. Методы повышения линейности широкополосности и стабильности средней частоты при угловой модуляции.

В результате изучения данной темы студент должен уметь: Рассчитывать ЧМ модулятор на основе автогенератора.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Общие соотношения при ЧМ И ФМ. Получение ЧМ и ФМ колебаний. Частотная модуляция в LC кварцевом автогенераторе с

помощью варикапа. Методы повышения линейности широкополосности и стабильности средней частоты при угловой модуляции.

Рекомендуемая по данной теме литература: [1] с. 306 – 344, [2] с. 324 – 335.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Сигнал с угловой модуляцией. Выражение, спектр, энергетические соотношения.
2. Методы получения ЧМ колебаний. Структурные схемы ЧМ модуляторов.
3. ЧМ модулятор на автогенераторе. Методы изменения частоты автогенератора.

12. Особенности построения передатчиков различного назначения с угловой модуляцией.

В результате изучения данной темы студент должен знать: Преимущества и недостатки ЧМ сигнала. Искажения ЧМ сигнала в радиопередающем тракте. Методы борьбы с ними. Зависимость плотности мощности шума ЧМ сигнала от частоты управляющего сигнала. Цель введения в ЧМ сигнал предискажений с последующей их коррекцией.

В результате изучения данной темы студент должен уметь: Составлять структурные схемы ЧМ передатчиков, обладающих оптимальными характеристиками.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Особенности построения передатчиков различного назначения с угловой модуляцией. Режимы работы и искажения при усилении мощности сигналов с угловой модуляцией. Передатчики дискретных сигналов с угловой модуляцией

Рекомендуемая по данной теме литература: [1] с. 323 – 344, [2] с. 324 – 330.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Какие требования предъявляются к ЧМ передатчикам в различных диапазонах радиоволн?
2. Как решается задача построения оптимального ЧМ передатчика?

13. ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ РАДИОПЕРЕДАТЧИКИ СИГНАЛОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ.

В результате изучения данной темы студент должен знать: Телевизионный сигнал. Схемы формирования и усиления сигналов изображения и звука. Совместная обработка сигналов изображения и звука. Передача цвета в телевидении. Особенности ВЧ тракта телевизионных передатчиков.

В результате изучения данной темы студент должен уметь: составить структурную схему ТВ передатчика, описать принципы его построения.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Особенности телевизионного сигнала. Требования к передатчикам сигналов изображения. Структурные схемы ТВ радиопередающих

станций. Структурные схемы трактов телевизионных передатчиков изображения. Особенности ВЧ тракта телевизионных передатчиков. Особенности тракта модулирующих частот ГВ передатчиков. Совместная работа передатчиков сигналов изображения и звукового сопровождения. Совместное усиление сигналов изображения и звукового сопровождения.

Рекомендуемая по данной теме литература: [1] с. 344 – 378, [4] с. 630 – 652.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Опишите особенности телевизионного сигнала.
2. Сформулируйте требования к структурной схеме передатчика такого сигнала. Какие задачи надо решать такому устройству?
3. Каковы особенности ВЧ тракта, модулятора и усилителя мощности передатчиков телевизионного сигнала?
4. Как осуществляется совместное усиление сигналов изображения и звука?

14. Передатчики радиорелейной и космической связи.

В результате изучения данной темы студент должен знать: Передатчики радиорелейной и космической связи. Требования к передатчикам. Структурные схемы передатчиков. Передатчики РРЛ с импульсной модуляцией.

В результате изучения данной темы студент должен уметь: составлять структурные схемы высокочастотных передатчиков с большой пропускной способностью формируемого ими канала радиосвязи. Производить расчет энергетики канала радиосвязи.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Передачки радиорелейной и космической связи. Требования к передатчикам. Структурные схемы передатчиков. Частотные модуляторы. Кварцевый генератор. Преобразователь частоты. Тракт усиления мощности. Передачки РРЛ с импульсной модуляцией.

Рекомендуемая по данной теме литература: [1] с. 378 – 409.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Каковы требования для передатчиков космической связи и ЦРРЛ?
2. Какими методами удобнее всего решать поставленные задачи? Какие электронные приборы применять?
3. Из каких блоков должны состоять ЦРРЛ передатчики или передатчика космической радиосвязи для того, чтобы канал радиосвязи работал качественно?

15. Надежность радиопередатчиков.

В результате изучения данной темы студент должен знать:
Основные понятия и количественные характеристики надежности радиопередатчиков. Влияние различных факторов на надежность. Возможные пути повышения надежности радиопередатчиков.

В результате изучения данной темы студент должен уметь:
Производить расчет надежности радиопередатчиков.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Надежность радиопередатчиков. Общие сведения. Основные понятия и количественные характеристики надежности радиопередатчиков. Влияние различных факторов на надежность. Расчет надежности радиопередатчиков. Возможные пути повышения надежности радиопередатчиков. Надежность и живучесть радиопередатчиков.

Рекомендуемая по данной теме литература: [1] с. 409 – 427.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Основные понятия и количественные характеристики надежности радиопередатчиков.
2. Влияние различных факторов на надежность.
3. Возможные пути повышения надежности радиопередатчиков.

16. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СИГНАЛОВ И ПОМЕХ.

В результате изучения данной темы студент должен знать: Понятия огибающей, фазы и частоты узкополосного сигнала, аналитический сигнал, дискретизация узкополосного сигнала.

В результате изучения данной темы студент должен уметь: уметь находить спектр и АКФ для узкополосного сигнала.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Узкополосные сигналы. Аналитические сигналы. Помеховые воздействия.

Рекомендуемая по данной теме литература: [5], с 24 – 128, доп. [1] с 1 – 200.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Дайте определение для сигнала, спектра, корреляционной функции, узкополосного сигнала, аналитического сигнала.
2. Что называется информацией? В чем разница между сигналом и информацией?
3. Что означает термин «квадратурные составляющие»?
4. что такое огибающая сигнала?

17. КАНАЛЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ.

В результате изучения данной темы студент должен знать:
Определение канала передачи информации, их классификацию и характеристики.

В результате изучения данной темы студент должен уметь:
Оценивать характеристики непрерывных каналов и дискретных каналов без памяти.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Классификация каналов. Математические модели каналов.
Непрерывный канал. Дискретно-непрерывные каналы. Дискретные каналы.

Рекомендуемая по данной теме литература: доп. [1] с. 200-289, доп [3] с. 20 – 31.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Что заложено в основу классификации каналов?

2. Дайте математическую запись нелинейного и линейного каналов. В чем принципиальная разница между этими двумя понятиями?

3. Каков физический смысл понятия «канала с памятью»?

4. Приведите примеры известных вам дискретных каналов. Можно ли эти каналы преобразовать в непрерывно-дискретные? Чем это определяется и от чего зависит?

18. МОДУЛЯЦИЯ КАК ПРОЦЕСС УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ СИГНАЛОВ.

В результате изучения данной темы студент должен знать: спектр АМ, ЧМ и ФМ колебаний. Распределение энергии по спектру. Понятие эффективности расходования мощности передатчика.

В результате изучения данной темы студент должен уметь: Оценить энергию, приходящуюся на передачу сообщения в сигнале.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Модуляция как процесс управления информационными параметрами сигналов. Общие понятия. Основные показатели процесса модуляции. Спектры модулированных колебаний.

Рекомендуемая по данной теме литература: [1] с. 223 – 232, с. 268 – 273, с. 306 – 316, [5] с. 86 – 132.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Дайте определение понятию «модуляция».

2. Можно ли осуществить модуляцию в линейном устройстве?

3. Когда совпадают спектры АМ и ЧМ сигналов?

4. Каковы особенности спектров импульсных сигналов?

19. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ.

В результате изучения данной темы студент должен знать:
Пропускная способность канала при наличии помех, основные характеристики процесса передачи информации.

В результате изучения данной темы студент должен уметь:
Оценить ОСШ в двоичном симметричном канале.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Основные характеристики процесса передачи информации. Понятие о взаимной информации. Информационные характеристики двоичного симметричного канала. Пропускная способность канала при наличии помех. Информационные характеристики при передаче непрерывных сообщений.

Рекомендуемая по данной теме литература: [5] с. 440 – 473, доп. [1] с. 30 – 148, доп. [3] с. 48 – 59.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Каков смысл понятия «энтропия»?
2. Каковы основные характеристики двоичного симметричного канала?
3. Какова пропускная способность канала при отсутствии помех?
4. Чем различаются информационные характеристики при передаче непрерывных и дискретных сигналов?

20. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ КОДИРОВАНИЯ.

В результате изучения данной темы студент должен знать:
Принцип кодирования сигнала. Помехоустойчивые и криптографические коды: их различие, Принципы поиска и исправления ошибок кодами. Скорость кода Понятие помехоустойчивости кода.

В результате изучения данной темы студент должен уметь:
Выбирать код согласно требуемой задачи и оценивать выгоду использования кода в системе связи.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Элементы теории кодирования. Общие понятия. Обнаружение и исправление ошибок. Виды кодов. Блочные корректирующие коды. Линейные коды. Методы цифровой модуляции.

Рекомендуемая по данной теме литература: доп. [1], доп. [3] с. 59 – 73.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Какова цель кодирования сообщений?
2. Каким образом осуществляется с помощью кодирования поиск и устранение ошибок в сообщении?
3. Что такое относительное кодирование?
4. В чем различие между блочными и сверточными кодами?

21. УПЛОТНЕНИЕ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ.

В результате изучения данной темы студент должен знать:
Основные принципы совместного доступа к линиям передачи информации.

В результате изучения данной темы студент должен уметь: Уметь строить структурные схемы простейших многоканальных систем связи.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Элементы теории разделения сигналов. Частотное разделение канальных сигналов. Временное разделение канальных сигналов. Кодовое разделение канальных сигналов.

Рекомендуемая по данной теме литература: доп. [1], доп. [3] с. 73 – 77.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Какие основные принципы заложены в разделении сигналов по каналам?
2. Возможно ли частотно-временное разделение каналов?
3. Почему не используется какой-либо один метод разделения каналов, а рассматриваются различные варианты? Существует ли универсальные метод разделения канальных сигналов?

22. МЕТОДЫ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ, ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ.

В результате изучения данной темы студент должен знать: Классификация радиопередатчиков. Основные показатели работы радиопередатчика.

В результате изучения данной темы студент должен уметь: Составить структурную схему РПДУ в зависимости от задачи.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Структурные схемы радиопередатчиков. Классификация радиопередатчиков. Основные показатели работы радиопередатчика.

Рекомендуемая по данной теме литература: [1] с. 4 – 10, доп. [3] с. 77 – 81.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Какие существуют основные типы структурных схем радиопередатчиков?
2. Дайте определение мощности передатчиков с непрерывным и импульсным излучением сигнала.
3. Какие требования предъявляются к частотной долговременной нестабильности передатчика?
4. Существует ли комплексный показатель качества работы передатчика?

23. ВОЗБУДИТЕЛИ КОЛЕБАНИЙ.

В результате изучения данной темы студент должен знать: Требования к автогенераторам. Уравнение автогенератора. Возникновение колебаний в автогенераторе. Баланс фаз и баланс амплитуд. Схемы автогенераторов. Нагрузочные характеристики и выбор параметров схем автогенераторов. АГ с мягким и жестким возбуждением. Автогенераторы с фазированием. Нестабильность частоты АГ, причины ее возникновения и методы борьбы с нестабильностью. Применение кварца в АГ. Синтезаторы частоты: виды, структурные схемы, характеристики.

В результате изучения данной темы студент должен уметь:
Рассчитывать АГ, оценивать долговременную нестабильность частоты автогенератора.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Возбудители колебаний. Автогенераторы. Синтезаторы частоты.

Рекомендуемая по данной теме литература: [1] с. 170 – 203, [2] с. 135 – 178. [5] с. 323 – 364. доп. [3] с. 81 – 102.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Что является необходимым условием возникновения автоколебаний в колебательном контуре?
2. Каков физический принцип понятия «отрицательное сопротивление»?
3. Каков физический смысл баланса фаз в АГ?
4. От чего зависит нестабильность частоты АГ?
5. Как используется кварц в АГ для стабилизации частоты?
6. Каковы основные принципы построения синтезаторов частоты?
7. Чем отличаются аналоговые СЧ от цифровых?

24. ВЫХОДНЫЕ И ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ КАСКАДЫ РАДИОПЕРЕДАТЧИКОВ.

В результате изучения данной темы студент должен знать:
Основное требование к выходным каскадам РПДУ, применяемые активные элементы, режим работы, расчет режима АЭ в выходном каскаде. Сложение мощностей от нескольких АЭ, мосты сложения, согласование с нагрузкой.

В результате изучения данной темы студент должен уметь:
Рассчитывать окончный каскад РПДУ, выбирать АЭ и производить расчет промежуточных и выходного каскада ГВВ исходя из задания на проектирование.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Выходные и промежуточные каскады радиопередатчиков. Транзисторы в усилительных каскадах радиопередатчиков. Транзисторный усилитель мощности с резонансной нагрузкой. Эквивалентная схема транзистора. Уравнение коллекторного тока. Гармонические составляющие коллекторного тока. Построение выходных усилителей мощности. Сложение мощностей на выходе радиопередатчика. Построение промежуточных усилителей мощности. Умножители частоты.

Рекомендуемая по данной теме литература: [1] с. 10 – 170, [2] с. 8 – 135, доп. [3] с. 102 – 133.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Какой режим усилителя мощности наиболее предпочтителен в радиопередатчиках и почему?
2. Что такое угол отсечки тока активного элемента? Каким образом необходимо его выбирать?
3. Опишите недонапряженный, перенапряженный и граничный режимы работы активного элемента в усилителе мощности.
4. В чем состоит основное преимущество мостовой схемы сложения мощностей в радиопередатчике? Что произойдет, если один из усилителей, подключенных к мосту, выйдет из строя?

25. РАДИОПЕРЕДАТЧИКИ ДИАПАЗОНА СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ.

В результате изучения данной темы студент должен знать:
Особенности схемотехники СВЧ. Схемы с распределенными параметрами. Резонансные системы на СВЧ. Электронные приборы СВЧ. Принципы их расчета.

В результате изучения данной темы студент должен уметь:
Рассчитывать усилители на СВЧ.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Радиопередатчики диапазона СВЧ. Особенности диапазона сверхвысоких частот. Общие понятия. Колебательные системы в диапазоне СВЧ.

Рекомендуемая по данной теме литература: [2] с. 178 – 285, [6], доп. [3] с. 133 – 138.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Почему обычный колебательный контур не может использоваться в диапазоне СВЧ?
2. Почему в диапазоне СВЧ необходимо применять колебательные системы очень высокой добротности?
3. Имеется ли низкочастотный аналог для электронной связи между полыми резонаторами?
4. Каким образом осуществляется перестройка полых резонаторов по частоте?

26. РАДИОПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА МЕТРОВОГО И ДЕЦИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНОВ ВОЛН.

В результате изучения данной темы студент должен знать: В чем особенность ВЧ ламп? Как необходимо строить усилители и устройства согласования в этом диапазоне?

В результате изучения данной темы студент должен уметь:
Применять ВЧ лампы в схемах усилителей мощности

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Радиопередающие устройства метрового и дециметрового диапазона волн. Усилители мощности на металлокерамических лампах. Автогенераторы на металлокерамических лампах.

Рекомендуемая по данной теме литература: [2] с. 178 – 191, 232 – 244, доп. [3] с. 138 – 147.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Почему нельзя использовать на СВЧ обычные лампы?
2. Почему металлокерамические СВЧ лампы не используются по схеме с общим катодом?
3. Можно ли построить однорезонаторный усилитель мощности?
4. Каковы частотные ограничения использования металлокерамических ламп?

27. ПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА НА ПРОЛЕТНЫХ КЛИСТРОНАХ.

В результате изучения данной темы студент должен знать: Принцип действия клистронов, схемы клистронных генераторов и усилителей.

В результате изучения данной темы студент должен уметь: Произвести расчет наведенного тока в клистроне, усилителя на пролетном двухрезонаторном клистроне, автогенератора на отражательном клистроне.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Принцип работы пролетного и отражательного клистронов клистрона. Расчет клистронного генератора, особенности работы передатчиков на СВЧ. Мощные клистронные передатчики.

Рекомендуемая по данной теме литература: [2] с. 191 – 204; [6] с. 348 – 350, [6] с. 34 – 56; [7] с. 159 – 164.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Опишите принцип действия пролетного и отражательного клистронов.
2. Запишите основные энергетические соотношения для усилителя на двухрезонаторном клистроне.
3. Приведите особенности многорезонаторных клистронов.
4. Опишите отражательный клистрон.
5. Запишите уравнение установившегося режима автогенератора на отражательном клистроне.
6. Как влияет нагрузка и питающее напряжение на частоту колебаний отражательного клистрона?

28. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРЕДАТЧИКОВ НА МАГНЕТРОНЕ.

В результате изучения данной темы студент должен знать:
Устройство магнетрона, движение электрона в скрещенных полях, формирование электронных сгустков, условие синхронизма в магнетроне, его КПД, нагрузочные характеристики, ЛБВ и ЛОВ, построение автогенераторов с их использованием.

В результате изучения данной темы студент должен уметь:

Задавать оптимальный режим работы и рассчитывать оптимальную нагрузку для магнетрона, ЛБВ и ЛОВ.

Методические рекомендации по изучению темы: [2] с. 214 – 229; [3] с.353 – 357; [7] с. 181 - 193.

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Принцип непрерывного взаимодействия электронов с электромагнитной волной. Замедляющие электромагнитные структуры. Принцип работы магнетрона. Особенности построения передатчиков на магнетроне.

Характеристики магнетронного передатчика. Принцип работы ламп бегущей и обратной волн.

Рекомендуемая по данной теме литература:

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Назовите типы замедляющих структур и их основные особенности.
2. На чем основывается длительное взаимодействие электронного потока с радиоволной?
3. Каково влияние нагрузки на режим работы генераторов на магнетроне и ЛОВ и усилителя на ЛБВ.

29. ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В ДИАПАЗОНЕ СВЧ.

В результате изучения данной темы студент должен знать:
Особенности устройства и работы твердотельных приборов СВЧ, диапазоны их применения, оптимальные режимы работы.

В результате изучения данной темы студент должен уметь:
Применять твердотельные приборы в устройствах диапазона СВЧ, рассчитывать основные энергетические показатели устройств с использованием твердотельных СВЧ приборов, задавать им оптимальные режимы работы.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Общие понятия о приборах СВЧ. Применение транзисторов в СВЧ диапазоне. Диоды Ганна. Режим работы генераторов на диодах Ганна Лавинно-пролетные диоды. Стационарный режим работы генератора на ЛПД. Энергетические характеристики.

Рекомендуемая по данной теме литература: [2], с. 232 – 244, 252 – 285; [3] с. 357 – 365; [7] с. 193 – 201.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Каковы особенности использования транзисторов на СВЧ?
2. Назовите область применения диода Ганна.
3. В чем заключается принципиальное отличие лавинно-пролетного диода от диода Ганна?
4. Каковы режимы работы ЛПД и диодов Ганна? Каковы энергетические показатели построенных на них устройств?

30. АНАЛОГОВЫЕ ВИДЫ МОДУЛЯЦИИ С НЕПРЕРЫВНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ СИГНАЛА.

В результате изучения данной темы студент должен знать:
Структурные схемы и методы осуществления АМ, АМ ОБП и ЧМ модуляции. Принцип расчета модуляторов.

В результате изучения данной темы студент должен уметь: Уметь рассчитывать принципиальные схемы модуляторов.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Методы осуществления модуляции в радиопередающих устройствах. Аналоговые виды модуляции с непрерывной передачей сигнала. Амплитудная модуляция. Угловая модуляция. Однополосная модуляция.

Рекомендуемая по данной теме литература: [1] с. 223 – 344, [2] с. 285 – 335, доп [3] с. 199 – 223.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. В каком каскаде радиопередатчика обычно реализуется амплитудная модуляция?
2. Поясните сущность косвенного и прямого методов формирования ЧМ сигнала.
3. Можно ли получить частотную модуляцию, используя кварцевый генератор?
4. Во сколько раз изменится девиация частоты при умножении сигнала с выхода модулятора в n раз?

5. Каким образом формируется однополосный сигнал? Зачем при использовании метода повторной балансной модуляции приходится повышать частоту несколько раз?

31. АНАЛОГОВЫЕ ВИДЫ МОДУЛЯЦИИ С ИМПУЛЬСНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ СИГНАЛА.

В результате изучения данной темы студент должен знать: Свойства импульсного сигнала, принципы построения ИМ модуляторов.

В результате изучения данной темы студент должен уметь: Произвести расчет принципиальной схемы импульсного модулятора.

Методические рекомендации по изучению темы:

При изучении данной темы рекомендуется усвоить:

Аналоговые виды модуляции с импульсной передачей сигнала. Импульсные модуляторы с неполным разрядом накопителя. Импульсные модуляторы с полным разрядом накопителя. Магнитные импульсные модуляторы. Дискретная модуляция (манипуляция).

Рекомендуемая по данной теме литература: [2] с. 311 – 324, доп. [3] с. 223 – 241.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Какими достоинствами и недостатками обладает импульсный модулятор с полным разрядом накопителя относительно модулятора с неполным разрядом накопителя?

2. В чем принципиальная разница импульсного модулятора с полным и неполным разрядом накопителя?

3. В чем преимущества и недостатки импульсного сигнала?

