

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Смоленский государственный университет»

Кафедра физики и технических дисциплин

*«Утверждаю»*  
Проректор по учебно-методической  
работе

\_\_\_\_\_ Ю.А. Устименко  
«09» сентября 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Б1.В.06 Устройства приема и преобразования сигналов**

Направление подготовки: **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы и комплексы**

Форма обучения: очная

Курс – 3

Семестр – 5

Всего зачетных единиц – 3, часов – 108

Форма отчетности: экзамен – 5 семестр

Программу разработал: кандидат технических наук, доцент Е.Л. Царегородцев,  
ассистент Кичулкин Д.А.

Одобрена на заседании кафедры  
«02» сентября 2021 г., протокол № 1

Смоленск  
2021

## 1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Устройства приема и преобразования сигналов» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, основной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника, (направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.

Содержание дисциплины «Устройства приема и преобразования сигналов» находится в содержательно-методической взаимосвязи с такими дисциплинами, как «Основы теории радиолокационных и радионавигационных систем и комплексов», «Радиолокационные системы и комплексы обнаружения, сопровождения и распознавания», «Мобильные системы передачи информации».

Для освоения дисциплины «Устройства приема и преобразования сигналов» студент должен обладать базовыми знаниями и умениями, полученными в результате изучения дисциплины «Радиоматериалы и радиокомпоненты».

В результате изучения дисциплины «Устройства приема и преобразования сигналов» студенты приобретают знания по основным методам приема сигналов, назначению элементов устройств приема и преобразования сигналов, принципам работы систем автоматического регулирования в устройствах приема и преобразования сигналов, необходимые для изучения дисциплин «Основы теории радиолокационных и радионавигационных систем и комплексов», «Радиолокационные системы и комплексы обнаружения, сопровождения и распознавания», «Мобильные системы передачи информации».

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
<b>ПК-3.</b> Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	<b>Знать:</b> принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем <b>Уметь:</b> проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем <b>Владеть:</b> навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем
<b>ПК-5.</b> Способен осуществлять организационно-методическое обеспечение технической эксплуатации радиоэлектронных систем и комплексов	<b>Знать:</b> общие технические требования к радиоэлектронным системам и комплексам; сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках радиоэлектронных систем и комплексов; методы технического сопровождения радиоэлектронных систем и комплексов; методы и средства контроля технического состояния радиоэлектронных систем и комплексов <b>Уметь:</b> планировать мероприятия по техническому обслуживанию радиоэлектронных систем и комплексов при непосредственной их эксплуатации, хранении, транспортировании; проводить рекламационные работы для устранения возникших во время эксплуатации неисправностей в радиоэлектронных системах, комплексах и их составных частях <b>Владеть:</b> методами планирования и проведения мероприятий по техническому обслуживанию радиоэлектронных систем и комплексов; методиками проведения профилактических, ремонтных работ по обеспечению и восстановлению работоспособного состояния и ресурсов радиоэлектронных систем и комплексов.

### 3. Содержание дисциплины

**Входные устройства.** Основные характеристики радиоприемных устройств. Основные методы приема сигналов. Коэффициент шума радиоприемного устройства. Связь шумовых свойств приемника с его чувствительностью. Назначение и характеристики входной цепи. Назначение и характеристики усилителей высокой частоты. Особенности малошумящих УВЧ. Параметрические усилители.

**Блок промежуточных частот.** Назначение, принцип работы и характеристики преобразователей частоты. Дополнительные каналы приема и способы их подавления. Исследование преобразователей частоты. Назначение и характеристики усилителей промежуточной частоты. Выбор полосы пропускания и промежуточной частоты. Усилители промежуточной частоты 1-го и 2-го типов. Усилители промежуточной частоты с сосредоточенной избирательностью. Метод расчета усилителя промежуточной частоты. Исследование усилителей промежуточной частоты.

**Блок низких частот и схемы автоматического регулирования.** Назначение и характеристики детекторов. Схемы и параметры импульсного детектора. Исследование амплитудных детекторов. Назначение, характеристики частотных и фазовых детекторов. Исследование частотных и фазовых детекторов. Методы расчета детекторов. Общие сведения о регулировках усиления. Исследование схем автоматических регулировок усиления. Схемы и принципы работы систем автоматической подстройки частоты.

### 4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий		
			Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
<b>1.</b>	<b>Входные устройства</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	–	<b>12</b>
1.1.	Основные характеристики радиоприёмных устройств. Основные методы приема сигналов. Сигналы и помехи при радиоприеме. Физическая природа внутренних шумов.	6	2	–	4
1.2.	Коэффициент шума и шумовая температура. Связь шумовых свойств приемника с его чувствительностью.	2	2	–	–
1.3.	Назначение и характеристики входных цепей. Особенности входных цепей приемников различных диапазонов длин волн.	6	2	–	4
1.4.	Назначение и характеристики усилителей высокой частоты (УВЧ). Особенности резонансных УВЧ. Особенности малошумящих УВЧ. Параметрические усилители.	6	2	–	4
<b>2.</b>	<b>Блок промежуточных частот (ПЧ)</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>10</b>
2.1.	Назначение, принцип работы и характеристики преобразователей частоты. Дополнительные каналы приема и способы их подавления. Дополнительные каналы приема. Диодные и многоэлектродные ПЧ.	6	2	–	4
2.2.	Исследование простого ПЧ. Исследование балансного ПЧ.	6	–	4	2
2.3.	Назначение и характеристики усилителей промежуточной частоты (УПЧ). Выбор полосы	6	2	–	4

	пропускания и промежуточной частоты. Усилители промежуточной частоты 1-го и 2-го типов. Усилители промежуточной частоты с сосредоточенной избирательностью.				
2.4.	Расчет УПЧ.	4	–	4	–
2.5.	Исследование УПЧ.	4	–	4	–
<b>3.</b>	<b>Блок низких частот и схемы автоматического регулирования</b>	<b>35</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>11</b>
3.1.	Назначение и характеристики детекторов. Схемы и параметры импульсного детектора. Пиковый детектор. Особенности ограничителей амплитуды. Частотные и фазовые детекторы.	2	2	–	–
3.2.	Расчет амплитудных детекторов.	4	–	4	–
3.3.	Исследование амплитудных детекторов.	6	–	4	2
3.4.	Исследование частотных и фазовых детекторов.	6		4	2
3.5.	Назначение и принципы работы регулировок усиления. Схемы и принципы работы АРУ. Схемы и принципы работы схем автоматической подстройки частоты.	5	2	–	3
3.6.	Исследование схем АРУ.	6	–	4	2
3.6.	Исследование супергетеродинного приемника.	6	–	4	2
<b>4.</b>	<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>27</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>27</b>
	<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>60</b>

## 5. Виды образовательной деятельности

### Занятия лекционного типа

**Лекция №1.** *Основные методы приема сигналов.* Основные характеристики радиоприемных устройств. Методы приема сигналов.

**Лекция №2.** *Коэффициент шума радиоприемника.* Коэффициент шума и шумовая температура. Связь шумовых свойств приемника с его чувствительностью.

**Лекция №3.** *Входные цепи.* Назначение и классификация ВЦ. Характеристики ВЦ.

**Лекция №4.** *Усилители высокой частоты.* Назначение и характеристики УВЧ. Особенности резонансных УВЧ.

**Лекция №5.** *Назначение и характеристики преобразователей частоты.* Принцип работы ПЧ.

**Лекция №6.** *Общие сведения об усилителях промежуточной частоты.* Назначение и характеристики УПЧ. Выбор полосы пропускания и промежуточной частоты.

**Лекция №7.** *Общие сведения о детекторах.* Назначение и характеристики детекторов. Схемы и параметры импульсного детектора.

**Лекция №8.** *Схемы автоматического регулирования.* Назначение и принципы работы регулировок усиления. Схемы и принципы работы схем автоматической подстройки частоты.

## Занятия семинарского типа и самостоятельная работа

### Практическое занятие №1. Исследование преобразователей частоты (4 часа).

#### Вопросы для подготовки и обсуждения на занятии

1. Назначение и основные характеристики ПЧ.
2. Какие элементы входят в состав ПЧ?
3. Каким должно быть соотношение между гетеродинным и сигнальным напряжением для минимизации искажений сигнала?
4. Достоинства и недостатки диодных ПЧ.
5. Основные преимущества балансных ПЧ.
6. Причины возникновения дополнительных каналов приема.
7. Способы подавления дополнительных каналов приема.
8. Каким должно быть соотношение между первой и второй промежуточными частотами?
9. Рассчитать промежуточную частоту  $f_{пр}$ , если частота входного сигнала  $f_c = 200$  МГц, а частота гетеродина  $f_H = 170$  МГц.
10. Рассчитать частоту зеркального канала  $f_{зк}$ , если частота входного сигнала  $f_c = 200$  МГц, промежуточная частота  $f_{пр} = 30$  МГц, а частота гетеродина  $f_H = 170$  МГц.
11. Рассчитать коэффициент ослабления помехи, поступающей по зеркальному каналу, если промежуточная частота  $f_{пр} = 60$  МГц, а полоса пропускания ФЗК  $\Pi = 5$  МГц.

### Практическое занятие №2. Расчет УПЧ (4 часа).

#### Вопросы для подготовки и обсуждения на занятии

1. Назначение УПЧ.
2. Определение и основные характеристики УПЧ 1-го типа.
3. Достоинства, недостатки и область применения УПЧ 1-го типа.
4. Определение и основные характеристики УПЧ 2-го типа на парах.
5. Достоинства, недостатки и область применения УПЧ 2-го типа на парах.
6. На какие частоты настраиваются контуры УПЧ 2-го типа на парах?
7. Определение и основные характеристики УПЧ 2-го типа на тройках.
8. Достоинства, недостатки и область применения УПЧ 2-го типа на тройках.
9. На какие частоты настраиваются контуры УПЧ 2-го типа на тройках?
10. Определение и основные характеристики УПЧ 3-го типа.
11. Достоинства, недостатки и область применения УПЧ 3-го типа.
12. Назначение и особенности построения УПЧ с ФСИ.
13. Исходя из каких соображений выбирают промежуточную частоту?
14. Особенности построения транзисторных каскадов УПЧ.
15. Методы повышения устойчивости УПЧ.
16. Пояснить связь формы импульса с полосой пропускания УПЧ.
17. Рассчитать полосу пропускания усилителя промежуточной частоты простых сигналов, ширина спектра которых  $\Delta f_c = 2$  МГц, для частоты Доплера  $F_D = 20$  кГц и частоты запаса  $\Delta F_{зап} = 100$  кГц.
18. Рассчитать коэффициент усиления одного каскада усилителя промежуточной частоты первого типа, если известны крутизна вольт-амперной характеристики усилительного элемента  $S = 10$  мСм, добротность нагрузочного контура  $Q = 100$ , эквивалентная емкость нагрузки  $C_3 = 200$  пФ, промежуточная частота  $f_{пр} = 60$  МГц.
19. Рассчитать оптимальные частоты настройки контуров усилителя промежуточной частоты второго типа на парах для известных промежуточной частоты  $f_{пр} = 30$  МГц и полосы пропускания одного каскада  $\Pi_1 = 2$  МГц.
20. Рассчитать эффективность и коэффициент прямоугольности амплитудно-частотной характеристики одного каскада усилителя промежуточной частоты, если резонансный коэффициент усиления  $K_0 = 30$ , полоса пропускания на уровне 0,1 от максимального

значения  $\Pi_{0,1} = 750$  кГц, полоса пропускания на уровне 0,7 от максимального значения  $\Pi_{0,7} = 500$  кГц.

### **Практическое занятие №3. Исследование УПЧ (4 часа).**

#### **Вопросы для подготовки и обсуждения на занятии**

1. Назначение УПЧ.
2. Определение и основные характеристики УПЧ 1-го типа.
3. Достоинства, недостатки и область применения УПЧ 1-го типа.
4. Определение и основные характеристики УПЧ 2-го типа на парах.
5. Достоинства, недостатки и область применения УПЧ 2-го типа на парах.
6. На какие частоты настраиваются контуры УПЧ 2-го типа на парах?
7. Определение и основные характеристики УПЧ 2-го типа на тройках.
8. Достоинства, недостатки и область применения УПЧ 2-го типа на тройках.
9. На какие частоты настраиваются контуры УПЧ 2-го типа на тройках?
10. Определение и основные характеристики УПЧ 3-го типа.
11. Достоинства, недостатки и область применения УПЧ 3-го типа.
12. Назначение и особенности построения УПЧ с ФСИ.
13. Исходя из каких соображений выбирают промежуточную частоту?
14. Особенности построения транзисторных каскадов УПЧ.
15. Методы повышения устойчивости УПЧ.
16. Пояснить связь формы импульса с полосой пропускания УПЧ.
17. Рассчитать полосу пропускания усилителя промежуточной частоты простых сигналов, ширина спектра которых  $\Delta f_c = 2$  МГц, для частоты Доплера  $F_D = 20$  кГц и частоты запаса  $\Delta F_{\text{зап}} = 100$  кГц.
18. Рассчитать коэффициент усиления одного каскада усилителя промежуточной частоты первого типа, если известны крутизна вольт-амперной характеристики усилительного элемента  $S = 10$  мСм, добротность нагрузочного контура  $Q = 100$ , эквивалентная емкость нагрузки  $C_3 = 200$  пФ, промежуточная частота  $f_{\text{пр}} = 60$  МГц.
19. Рассчитать оптимальные частоты настройки контуров усилителя промежуточной частоты второго типа на парах для известных промежуточной частоты  $f_{\text{пр}} = 30$  МГц и полосы пропускания одного каскада  $\Pi_1 = 2$  МГц.
20. Рассчитать эффективность и коэффициент прямоугольности амплитудно-частотной характеристики одного каскада усилителя промежуточной частоты, если резонансный коэффициент усиления  $K_0 = 30$ , полоса пропускания на уровне 0,1 от максимального значения  $\Pi_{0,1} = 750$  кГц, полоса пропускания на уровне 0,7 от максимального значения  $\Pi_{0,7} = 500$  кГц.
21. Рассчитать полосу пропускания одного каскада усилителя промежуточной частоты, если эквивалентная емкость нагрузки  $C_3 = 500$  пФ и эквивалентное сопротивление  $R_3 = 2$  кОм.
22. Рассчитать коэффициент усиления и полосу пропускания трехкаскадного усилителя промежуточной частоты первого типа, если коэффициент усиления каждого каскада равен 20, полоса пропускания каждого каскада  $\Pi = 500$  кГц и коэффициент  $\psi_1(3) = 0,51$ .

### **Практическое занятие № 4. Расчет АД (4 часа)**

#### **Вопросы для подготовки и обсуждения на занятии**

1. Назначение детектора.
2. Основные характеристики амплитудного детектора.
3. Схемы детекторов с последовательным и параллельным подключением нагрузки.
4. В чем отличие импульсного детектора от пикового?
5. Какой детектор называют квадратичным?
6. Чем количественно определяются искажения формы импульса?
7. Определение детекторной характеристики.

8. Назначение и принцип работы простого ЧД.
9. Схема и принцип работы балансного ЧД.
10. Назначение и принцип работы простого ФД.
11. Схема и принцип работы балансного ФД.
12. Как определить полосу пропускания ЧД.
13. Рассчитать длительность спада импульса на выходе импульсного детектора, если  $R_H = 1 \text{ кОм}$ ,  $C_H = 2 \text{ нФ}$ .
14. Рассчитать приблизительное значение нагрузочной емкости  $C_H$ , если  $R_H = 1 \text{ кОм}$ ,  $C_{ак} = 0,1 \text{ нФ}$ .
15. Рассчитать приблизительное значение нагрузочного резистора  $R_H$ , если  $\tau_H = 5 \text{ мкс}$ ,  $C_H = 1 \text{ нФ}$ .
16. Рассчитать коэффициент фильтрации импульсного детектора, если  $C_{ак} = 0,1 \text{ нФ}$ ,  $C_H = 1 \text{ нФ}$ .
- 17.

### **Практическое занятие №5. Исследование АД (4 часа)**

#### **Вопросы для подготовки и обсуждения на занятии**

1. Назначение детектора.
2. Основные характеристики амплитудного детектора.
3. Схемы детекторов с последовательным и параллельным подключением нагрузки.
4. В чем отличие импульсного детектора от пикового?
5. Какой детектор называют квадратичным?
6. Чем количественно определяются искажения формы импульса?
7. Определение детекторной характеристики.
8. Рассчитать длительность спада импульса на выходе импульсного детектора, если  $R_H = 1 \text{ кОм}$ ,  $C_H = 2 \text{ нФ}$ .
9. Рассчитать приблизительное значение нагрузочной емкости  $C_H$ , если  $R_H = 1 \text{ кОм}$ ,  $C_{ак} = 0,1 \text{ нФ}$ .
10. Рассчитать приблизительное значение нагрузочного резистора  $R_H$ , если  $\tau_H = 5 \text{ мкс}$ ,  $C_H = 1 \text{ нФ}$ .
11. Рассчитать коэффициент фильтрации импульсного детектора, если  $C_{ак} = 0,1 \text{ нФ}$ ,  $C_H = 1 \text{ нФ}$ .
12. Рассчитать коэффициент передачи по напряжению диодного импульсного детектора и постоянную времени цепи заряда нагрузочной емкости, если угол отсечки тока детектора  $\theta = 30^\circ$ , сопротивление диода  $R_i = 10 \text{ Ом}$ ,  $C_H = 1 \text{ нФ}$ .

### **Практическое занятие №6. Исследование ЧД и ФД (4 часа)**

#### **Вопросы для подготовки и обсуждения на занятии**

1. Назначение детектора.
2. Основные характеристики амплитудного детектора.
3. Схемы детекторов с последовательным и параллельным подключением нагрузки.
4. В чем отличие импульсного детектора от пикового?
5. Какой детектор называют квадратичным?
6. Чем количественно определяются искажения формы импульса?
7. Определение детекторной характеристики.
8. Назначение и принцип работы простого ЧД.
9. Схема и принцип работы балансного ЧД.
10. Назначение и принцип работы простого ФД.
11. Схема и принцип работы балансного ФД.
12. Как определить полосу пропускания ЧД.
13. Рассчитать длительность спада импульса на выходе импульсного детектора, если  $R_H = 1 \text{ кОм}$ ,  $C_H = 2 \text{ нФ}$ .
14. Рассчитать приблизительное значение нагрузочной емкости  $C_H$ , если  $R_H = 1 \text{ кОм}$ ,  $C_{ак} = 0,1 \text{ нФ}$ .

15. Рассчитать приблизительное значение нагрузочного резистора  $R_n$ , если  $\tau_n = 5$  мкс,  $C_n = 1$  нФ.
16. Рассчитать коэффициент фильтрации импульсного детектора, если  $C_{ак} = 0,1$  нФ,  $C_n = 1$  нФ.

### **Практическое занятие №7. Исследование схем АРУ (4 часа)**

#### **Вопросы для подготовки и обсуждения на занятии**

1. Для чего применяются схемы АРУ в радиоприемных устройствах?
2. Как влияет изменение входного сигнала РПРУ на напряжение на выходе ВАРУ?
3. Для чего предназначена ШАРУ?
4. Назовите способы получения логарифмической амплитудной характеристики усилителя.
5. Чему равна постоянная времени МАРУ?
6. Для чего применяют задержанные АРУ?
7. В каких схемах АРУ применяют пиковый детектор?
8. Какими по построению могут быть системы АРУ?
9. Какими по скорости срабатывания могут быть системы АРУ?
10. Для чего предназначена ВАРУ?
11. В какой АРУ применяется генератор пилообразного напряжения?
12. Когда срабатывает ШАРУ?
13. Постоянство какой частоты обеспечивает разностная АПЧ?
14. Постоянство какой частоты обеспечивает абсолютная АПЧ?
15. Чему равна переходная частота в частотных дискриминаторах разностной АПЧ?
16. Назовите основные достоинства и недостатки ЧАПЧ.
17. Назовите основные достоинства и недостатки ФАПЧ.
18. Назначение, схема, принцип работы и область применения ВАРУ.
19. Назначение, схема, принцип работы и область применения ШАРУ.
20. Оценить постоянную времени ШАРУ СОЦ, если длительность импульса  $\tau_n = 5$  мкс, период повторения импульсов  $T_n = 5$  мс.
21. Оценить постоянную времени БАРУ СОЦ, если длительность импульса  $\tau_n = 5$  мкс, период повторения импульсов  $T_n = 5$  мс.
22. Оценить постоянную времени МАРУ ССЦ, если длительность импульса  $\tau_n = 5$  мкс, период повторения импульсов  $T_n = 5$  мс, период сканирования антенны  $T_{ск} = 2$  с.

### **Практическое занятие №8. Исследование супергетеродинного приемника (4 часа)**

#### **Вопросы для подготовки и обсуждения на занятии**

1. Назначение входной цепи.
2. Назначение усилителя промежуточной частоты.
3. Назначение усилителя высокой частоты.
4. Назначение системы АРУ.
5. Назначение преобразователя частоты.
6. Назначение когерентного гетеродина.
7. Назначение амплитудного детектора.
8. Назначение фазового детектора.

#### **Самостоятельная работа**

##### **1. Самостоятельное изучение отдельных вопросов курса**

Часть теоретических вопросов курса выносятся на самостоятельное изучение студентами. При самостоятельном изучении вопроса студент должен ознакомиться с содержанием соответствующей темы по одному из учебников, указанных в списке основной литературы, при необходимости могут использоваться источники из списка дополнительной литературы, а также рекомендованные ресурсы сети «Интернет». По каждому вопросу необходимо составить конспект, по возможности включающий следующие пункты:

- краткая история открытия явления, закона, изобретения;
- основные физические законы и теории, на которых основывается объяснение данного явления;
- математическая модель описываемого явления и выводы из нее;
- экспериментальная проверка справедливости теории, модели и выводов из нее;
- практическое применение описываемого явления, процесса.

### **Вопросы для самостоятельного изучения**

1. Дополнительные каналы приема и способы их подавления.
2. Многократное преобразование частоты.
3. Дополнительные каналы приема и способы их подавления.
4. Многократное преобразование частоты.
5. УПЧ 1-го типа.
6. УПЧ 2-го типа
7. УПЧ 3-го типа.
8. Особенности усилителей с фильтрами сосредоточенной избирательности
9. Пиковый детектор.
10. Особенности корреляционных детекторов;
11. Особенности ограничителей амплитуды.
12. Схема и принцип работы шумовой АРУ.
13. Схема и принцип работы цифровой АРУ.
14. Особенности логарифмических УПЧ.

### **2. Задачи для самостоятельного решения**

1. Рассчитать полосу пропускания фильтра зеркального канала на объемном резонаторе с добротностью  $Q = 4000$  при частоте входного сигнала  $f_c = 8$  ГГц.
2. Рассчитать частоту зеркального канала  $f_{зк}$ , если известны частота входного сигнала  $f_c = 200$  МГц, промежуточная частота  $f_{пр} = 30$  МГц и частота гетеродина  $f_{г} = 230$  МГц.
3. Рассчитать полосу пропускания одного каскада усилителя промежуточной частоты, если эквивалентная емкость нагрузки  $C_3 = 500$  пФ и эквивалентное сопротивление  $R_3 = 2$  кОм.
4. Рассчитать коэффициент усиления и полосу пропускания трехкаскадного усилителя промежуточной частоты первого типа, если коэффициент усиления каждого каскада равен 20, полоса пропускания каждого каскада  $\Pi = 500$  кГц и коэффициент  $\psi_1(3) = 0,51$ .
5. Рассчитать коэффициент усиления одной пары каскадов усилителя промежуточной частоты второго типа на парах, если крутизна вольт-амперной характеристики усилительного элемента  $S = 10$  мСм и эквивалентное сопротивление нагрузки  $R_3 = 1$  кОм.
6. Рассчитать коэффициент усиления и полосу пропускания усилителя промежуточной частоты второго типа на парах, состоящего из двух пар, если коэффициент усиления одной пары равен 100, полоса пропускания каждой пары  $\Pi_{п} = 1$  МГц и коэффициент  $\psi_2(2) = 0,8$ .
7. Рассчитать оптимальные частоты настройки контуров усилителя промежуточной частоты второго типа на тройках для промежуточной частоты 30 МГц и полосы пропускания одного каскада  $\Pi_1 = 2$  МГц.
8. Рассчитать коэффициент усиления одной тройки каскадов усилителя промежуточной частоты второго типа на тройках, если крутизна вольт-амперной характеристики усилительного элемента  $S = 10$  мСм и  $R_3 = 2$  кОм.
9. Рассчитать коэффициент усиления одной пары каскадов усилителя промежуточной частоты второго типа на парах, если крутизна вольт-амперной характеристики усилительного элемента  $S = 10$  мСм и эквивалентное сопротивление нагрузки  $R_3 = 1$  кОм.
10. Рассчитать коэффициент усиления и полосу пропускания усилителя промежуточной частоты второго типа на парах, состоящего из двух пар, если коэффициент усиления одной пары равен 100, полоса пропускания каждой пары  $\Pi_{п} = 1$  МГц и коэффициент  $\psi_2(2) = 0,8$ .

11. Рассчитать оптимальные частоты настройки контуров усилителя промежуточной частоты второго типа на тройках для промежуточной частоты 30 МГц и полосы пропускания одного каскада  $\Pi_1 = 2$  МГц.

12. Рассчитать коэффициент усиления одной тройки каскадов усилителя промежуточной частоты второго типа на тройках, если крутизна вольт-амперной характеристики усилительного элемента  $S = 10$  мСм и  $R_3 = 2$  кОм.

13. Рассчитать коэффициент передачи по напряжению диодного импульсного детектора и постоянную времени цепи заряда нагрузочной емкости, если угол отсечки тока детектора  $\theta = 30^\circ$ , сопротивление диода  $R_i = 10$  Ом,  $C_H = 1$  нФ.

14. Рассчитать коэффициент передачи по напряжению диодного импульсного детектора и постоянную времени цепи заряда нагрузочной емкости, если угол отсечки тока детектора  $\theta = 30^\circ$ , сопротивление диода  $R_i = 10$  Ом,  $C_H = 1$  нФ.

15. Рассчитать переходную частоту частотного детектора одноканальной системы разностной автоматической подстройки частоты, если частота зондирующего сигнала  $f_{зс} = 200$  МГц, частота отраженного от цели сигнала  $f_{oc} = 201$  МГц, а частота гетеродина  $f_H = 180$  МГц.

16. Рассчитать переходную частоту частотного детектора двухканальной системы разностной автоматической подстройки частоты, если частота зондирующего сигнала  $f_{зс} = 200$  МГц, частота отраженного от цели сигнала  $f_{oc} = 201$  МГц, а частота гетеродина  $f_H = 180$  МГц.

## 6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

### 6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

**1. Ответ на теоретический вопрос на практическом занятии** (перечень теоретических вопросов к каждому занятию приведен в планах практических занятий).

#### Критерии оценки ответа на теоретический вопрос

Показатель	Количество баллов
1) Полнота и глубина ответа (усвоенные теории, понятия, факты и пр.)	1
2) Сознательность ответа (понимание излагаемого материала)	1
3) Логика изложения материала (умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией)	1
4) Умение приводить примеры использования описанных явлений, теорий и устройств	1
5) Использование при подготовке ответа на вопрос дополнительных источников информации	0,5
6) Наличие конспекта ответа на вопрос	0,5
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 5

**2. Выполнение заданий для самостоятельной работы** (перечень заданий для самостоятельной работы к каждому занятию приведен в планах практических занятий)

#### Критерии оценивания выполнения заданий для самостоятельной работы

Показатель	Количество баллов
1) Полнота и глубина изложения ответа (усвоенные теории, понятия, факты)	1
2) Логика изложения материала	1
3) Примеры использования описанных явлений, теорий и устройств на практике	1
4) Использование при подготовке ответа на вопрос дополнительных	1

источников информации	
5) Оформление работы	1
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 5

### 3. Проверочная работа по теме «Входные устройства»

1. Коэффициент шума показывает:

1. Во сколько раз отношение  $c/\text{ш}$  на входе 4-х-полюсника меньше чем на выходе;
2. Во сколько раз отношение  $c/\text{ш}$  на входе 4-х-полюсника больше чем на выходе;
3. Во сколько раз  $P_{\text{ш}}$  на входе 4-х-полюсника меньше чем на выходе;
4. Во сколько раз  $P_{\text{ш}}$  на входе 4-х-полюсника больше чем на выходе.

2.  $K_{\text{ш}}$  пассивного четырехполюсника определяется по выражению:

1.  $K_{\text{ш}} = 2K_p$ ;
2.  $K_{\text{ш}} = 1/K_p$ ;
3.  $K_{\text{ш}} = 1/2K_p$ ;
4.  $K_{\text{ш}} = 1/P_{\text{ш}}$

3. Предельная чувствительность приемника связана с  $K_{\text{ш}}$  выражением:

1.  $P_{c.\text{мин}} = kTK_{\text{ш}}$ ;
2.  $P_{c.\text{мин}} = kK_{\text{ш}}P_{\text{ш}}$ ;
3.  $P_{c.\text{мин}} = 4kK_{\text{ш}}TP_{\text{ш}}$ ;
4.  $P_{c.\text{мин}} = kTK_{\text{ш}}P_{\text{ш}}$ .

4. При увеличении  $K_{\text{ш}}$  в два раза чувствительность приемника:

1. Улучшится в 4 раза;
2. Ухудшится в 4 раза;
3. Улучшится в 2 раза;
4. Ухудшится в 2 раза.

5. Реальная чувствительность приемника связана с  $K_{\text{ш}}$  выражением:

1.  $P_{c.p} = kTK_{\text{ш}}$ ;
2.  $P_{c.p} = k\gamma_pTK_{\text{ш}}P_{\text{ш}}$ ;
3.  $P_{c.p} = 4kK_{\text{ш}}TP_{\text{ш}}$ ;
4.  $P_{c.p} = kK_{\text{ш}}P_{\text{ш}}$ .

6. Предельной чувствительностью ПРМ называется минимальная мощность сигнала на входе ПРМ, при которой на выходе его линейной части обеспечивается отношение  $c/\text{ш}$ :

1. Равное 2;
2. Равное 0,5;
3. Равное 1,5;
4. Равное 1.

7. Действующее значение шумового напряжения определяется как:

1.  $U_{\phi} = \sqrt{4kT\dot{T}}$  ;
2.  $U_{\phi} = \sqrt{4TR\dot{T}}$  ;
3.  $U_{\phi} = \sqrt{4kTR\dot{T}}$  ;
4.  $U_{\phi} = \sqrt{4kTR}$  .

8. Динамический диапазон определяется как:

1.  $P_{c.\text{макс}}/P_{c.\text{мин}}$ ;
2.  $P_{c.\text{мин}}/P_{c.\text{макс}}$ ;
3.  $f_{\text{макс}}/f_{\text{мин}}$ ;
4.  $f_{\text{мин}}/f_{\text{макс}}$ .

9. Шум в пассивном элементе определяется:

1. Перераспределением электронного потока между электродами;
2. Емкостным характером сопротивления;
3. Тепловым движением заряженных частиц;
4. Все варианты.

10. При увеличении полосы пропускания чувствительность приемника:

1. Не изменится;
2. Улучшится;
3. Ухудшится;
4. Определяется размером антенны.

11. Расширение полосы пропускания приемника приведет к:

1. Улучшению пространственной избирательности;

2. Ухудшению пространственной избирательности;
3. Улучшению чувствительности;
4. Ухудшению чувствительности.

12. УВЧ предназначен для:

1. Основной частотной избирательности;
2. Предварительной пространственной избирательности;
3. Повышения чувствительности приемника;
4. Расширения динамического диапазона приемника.

13. Детектор выполняет функцию:

1. Частотной селекции полезного сигнала;
2. Увеличения частоты принятого сигнала;
3. Выделения полезной информации, заключенной в законе модуляции одного из параметров сигнала;
4. Согласования выхода антенны со входом приемника.

14. Динамический диапазон – это:

1. Отношение минимальной и максимальной мощностей сигнала на входе ПРМ, при которых обеспечиваются максимальные искажения на его выходе;
2. Отношение максимальной и минимальной мощностей сигнала на выходе ПРМ;
3. Отношение максимальной и минимальной мощностей сигнала на входе ПРМ, при которых обеспечиваются допустимые искажения на его выходе.

15. Преобразователь частоты предназначен для:

1. Повышения чувствительности приемника;
2. Основного усиления принятого сигнала и окончательной частотной избирательности;
3. Линейного переноса спектра сигнала из области высоких в область промежуточных частот;
4. Усиления сигнала до уровня, обеспечивающего нормальную работу оконечного устройства.

16. Помехоустойчивость – это способность приемника:

1. Выполнять свои функции при слабых сигналах;
2. Выполнять свои функции при большом диапазоне входных сигналов;
3. Выполнять свои функции при одновременной работе с другими РЭС;
4. Обеспечивать выделение информации с заданной достоверностью при заданных помехах и сигналах.

17. Усилитель промежуточной частоты предназначен для:

1. Выделения полезной информации, заключенной в законе модуляции одного из параметров сигнала;
2. Основного усиления принятого сигнала и окончательной частотной избирательности;
3. Преобразования частоты принятого сигнала;
4. Согласования выхода антенны со входом приемника.

18. Усилитель низкой частоты предназначен для:

1. Повышения чувствительности приемника;
2. Основного усиления принятого сигнала и окончательной частотной избирательности;
3. Линейного переноса спектра сигнала из области высоких в область промежуточных частот;

4. Усиления сигнала до уровня, обеспечивающего нормальную работу оконечного устройства.

19. Под избирательностью ПРМ понимают:

1. Способность выделять полезный сигнал и ослаблять действие помех;
2. Способность выполнять свои функции при слабых сигналах;
3. Способность выполнять свои функции при сильных сигналах.
4. Все варианты

20. Наведенные шумы в усилительных элементах обусловлены:

1. Случайным распределением электронов между электродами УЭ;
2. Неодинаковым числом электронов, попадающих на анод в каждый момент времени;
3. Соизмеримостью периода ВЧ-колебаний и пролетного времени электронов;
4. Все варианты.

21. Достоинствами супергетеродинного приемника являются:

1. Простота конструкции;
2. Высокая надежность;
3. Обеспечиваются требуемое устойчивое усиление и высокая частотная избирательность;
4. Все варианты.

22. Мощность тепловых шумов пропорциональна:

1. Сопротивлению шумящего элемента;
2. Температуре шумящего элемента;
3. Шумовой полосе пропускания приемника;
4. Все варианты.

23. Входная цепь приемника РЛС предназначена для:

1. Предварительной частотной селекции;
2. Согласования антенны с первым каскадом приемника;
3. Защита приемника от зондирующего сигнала;
4. Все варианты.

24. Входная цепь приемника РЛС предназначена для:

1. Предварительной частотной селекции;
2. Поляризационной селекции;
3. Выделения информационного параметра сигнала;
4. Все варианты.

25. Коэффициент ослабления помехи определяется по выражению:

$$1. \sigma_n = \sqrt{1 + \left(\frac{2\Delta f_n}{H}\right)^2}; \quad 2. \sigma_n = \frac{1}{K_p};$$
$$3. \sigma_n = \frac{1}{2\pi C_3 R_3}; \quad 4. \sigma_n = \frac{1}{2\pi C_3 R_3 f_0}.$$

26. Входная цепь приемников метрового диапазона включает в себя:

1. Элементы с сосредоточенными параметрами;
2. Отрезки коаксиальных линий;
3. Объемные резонаторы;
4. Ферритовые циркуляторы.

27. Входная цепь приемников сантиметрового диапазона включает в себя:
1. Элементы с сосредоточенными параметрами;
  2. Отрезки коаксиальных линий;
  3. Объемные резонаторы;
  4. Ферритовые сердечники.
28. УВЧ на пентоде по сравнению с УВЧ на триоде обладает:
1. Большой проходной емкостью;
  2. Большим коэффициентом усиления;
  3. Меньшей устойчивостью;
  4. Все варианты.
29. Использование в резонансных УВЧ триодов в схемах с общей сеткой по сравнению со схемами с общим катодом позволяет:
1. Увеличить проходную емкость;
  2. Повысить устойчивость усиления;
  3. Повысить избирательность;
  4. Все варианты.
30. К УВЧ предъявляют требования:
1. Низкий  $K_{ш}$ ;
  2. Высокий  $K_p$ ;
  3. Высокая устойчивость усиления;
  4. Все варианты.

### Проверочная работа по теме «Блок промежуточных частот»

1. В зависимости от типа нелинейного элемента ПЧ могут быть:
1. Диодные;
  2. Транзисторные;
  3. Ламповые;
  4. Все варианты.
2. Для повышения качества подавления зеркального канала:
1. Увеличивают полосу пропускания преселектора;
  2. Увеличивают промежуточную частоту;
  3. Увеличивают полосу пропускания УВЧ;
  4. Увеличивают полосу пропускания УПЧ.
3. Первую промежуточную частоту выбирают низкой для:
1. Для повышения устойчивого коэффициента усиления;
  2. Для эффективного подавления "зеркального канала";
  3. Для повышения избирательности;
  4. Не выбирают низкой.
4. ПЧ предназначен для:
1. Линейного переноса спектра сигнала на промежуточную частоту;
  2. Минимизации нелинейных искажений;
  3. Повышение чувствительности;
  4. Все варианты.
5. "Зеркальным каналом" называют область частот:
1.  $f_{зк} = f_c \pm f_{пч}$ ;
  2.  $f_{зк} = f_c \pm 2f_{пч}$ ;
  3.  $f_{зк} = f_c \pm 2f_{пч}$ ;
  4.  $f_{зк} = f_c \pm 3f_{пч}$ .
6. Для повышения качества подавления "зеркального канала":
1. Увеличивают полосу пропускания преселектора;
  2. Уменьшают промежуточную частоту;
  3. Применяют многократное преобразование частоты;
  4. Увеличивают полосу пропускания УПЧ.
7. Вторую промежуточную частоту выбирают высокой для:
1. Для повышения устойчивого коэффициента усиления;

2. Для эффективного подавления "зеркального канала";
3. Для повышения избирательности;
4. Не выбирают высокой.

8. Достоинством диодного ПЧ является:

1. Малый коэффициент шума;
2. Стабильность параметров;
3.  $K_u > 1$ ;
4. Все варианты.

9. "Зеркальный канал" подавляют:

1. Амплитудной селекцией;
2. Частотной селекцией;
3. Расширением полосы пропускания УВЧ;
4. Все варианты.

10. Многократное преобразование частоты применяют для:

1. Повышения чувствительности приемника;
2. Обеспечения устойчивого усиления на промежуточной частоте;
3. Подавления "зеркального канала";
4. Все варианты.

11. Достоинством транзисторного ПЧ по сравнению с диодным является:

1. Малый коэффициент шума;
2. Стабильность параметров;
3.  $K_u > 1$ ;
4. Все варианты.

12. Коэффициент подавления «зеркального канала» определяют по выражению:

$$1. \sigma_{зк} = \sqrt{1 + \left(\frac{2\Delta f_{зк}}{\Pi}\right)^2}; \quad 2. \sigma_{зк} = \sqrt{1 + \left(\frac{2\Delta f_{зк}}{\Pi}\right)^2};$$

$$3. \sigma_{зк} = \sqrt{1 + \left(\frac{\Delta f_{зк}}{2\Pi}\right)^2}; \quad 4. \sigma_{зк} = \sqrt{1 + \left(\frac{\Delta f_{зк}}{2\Pi}\right)^2}.$$

13. Первую промежуточную частоту выбирают высокой для:

1. Для повышения устойчивого коэффициента усиления;
2. Для эффективного подавления "зеркального канала";
3. Для повышения чувствительности;
4. Все варианты.

14. Достоинством балансных ПЧ является:

1. Высокий коэффициент передачи;
2. Подавление шумов гетеродина;
3. Эффективное подавление "зеркального канала";
4. Все варианты.

15. При многократном преобразовании первая промежуточная частота составляет:

1. Сотни кГц;
2. Единицы МГц;
3. Десятки МГц;
4. Сотни МГц.

16. Для повышения качества подавления зеркального канала:

1. Увеличивают полосу пропускания преселектора;
2. Уменьшают промежуточную частоту;
3. Уменьшают полосу пропускания преселектора;
4. Увеличивают полосу пропускания УПЧ.

17. Вторую промежуточную частоту выбирают низкой для:

1. Повышения устойчивого коэффициента усиления;
2. Эффективного подавления "зеркального канала";

3. Повышения чувствительности;
4. Все варианты.

18. Для балансных преобразователей частоты характерно:

1. Высокий коэффициент передачи;
2. Подавление шумов гетеродина;
3. Эффективное подавления "зеркального канала";
4. Все варианты.

19. При двукратном преобразовании вторая промежуточная частота составляет:

1. Сотни кГц;
2. Единицы МГц;
3. Десятки МГц;
4. Сотни МГц.

20. Процесс преобразования частоты связан с:

1. Изменением крутизны ВАХ нелинейного элемента под действием напряжения сигнала;
2. Изменением крутизны ВАХ нелинейного элемента под действием напряжения гетеродина;
3. Изменением температуры нелинейного элемента под действием напряжения гетеродина;
4. Изменением температуры нелинейного элемента под действием напряжения сигнала.

21. В зависимости от типа нелинейного элемента ПЧ могут быть:

1. Диодные;
2. Транзисторные;
3. Ламповые;
4. Все варианты.

22. В состав ПЧ входит:

1. Атенюатор;
2. Смеситель;
3. ФНЧ;
4. Все элементы.

23. Для обеспечения минимальных искажений при преобразовании частоты необходимо обеспечить:

1.  $U_c \gg U_s$ ;
2.  $U_c = U_s$ ;
3.  $U_c \ll U_s$ ;
4.  $U_c \approx U_s$ .

24. Одним из основных назначений УПЧ является:

1. Основное усиление принятого сигнала;
2. Повышение чувствительности приемника;
3. Предварительная частотная избирательность;
4. Все варианты.

25. Полосу пропускания УПЧ выбирают из условия:

1.  $\Pi = \Delta f_c + 2F_\delta + \Delta f_{зан}$ ;
2.  $\Pi = \Delta f_c - 2F_\delta + \Delta f_{зан}$ ;
3.  $\Pi = 2\Delta f_c + 2F_\delta + \Delta f_{зан}$ ;
4.  $\Pi = \Delta f_c + F_\delta + \Delta f_{зан}$ .

26. УПЧ 1-го типа содержит:

1.  $N$  каскадов с фильтрами настроенными на  $f_{np}$ ;
2.  $N$  каскадов с попарно расстроенными фильтрами;
3.  $N$  каскадов со связанными фильтрами;
4. Сложный фильтр в одном каскаде.

27. УПЧ 3-го типа содержит:

1.  $N$  каскадов с фильтрами настроенными на  $f_{np}$ ;
2.  $N$  каскадов с попарно расстроенными фильтрами;
3.  $N$  каскадов со связанными фильтрами;
4. Сложный фильтр в одном каскаде.

28. При увеличении числа каскадов УПЧ:

1. Уменьшается полоса пропускания;
2. Уменьшается коэффициент усиления;
3. Полоса пропускания не изменится;
4. Все варианты.

29. Наиболее высокой избирательностью обладает:

1. УПЧ 1-го типа;
2. УПЧ 2-го типа на парах;
3. УПЧ 2-го типа на тройках;
4. Определяется числом каскадов.

30. УПЧ 2-го типа на тройках используют если:

1. Если  $5 < P < 10$  МГц;
2. Если  $P < 2$  МГц;
3. Если  $2 < P < 5$  МГц;
4. Если  $P < 1$  МГц.

### **Проверочная работа по теме «Блок низких частот и схемы автоматического регулирования»**

1. Импульсный детектор отличается от пикового:

1. Не отличается;
2. Постоянной времени разряда нагрузочного конденсатора;
3. Входным сопротивлением;
4. Амплитудой выходного напряжения.

2. Двукратное детектирование выполняют для:

1. Повышения  $K_d$ ;
2. Повышения  $R_{вх}$ ;
3. Повышения  $K_f$ ;
4. Все варианты.

3. Постоянная времени разряда нагрузочной емкости пикового детектора равна:

1.  $\tau_{разр} \geq 0,1 \tau_u$ ;
2.  $\tau_{разр} \geq 20 \tau_u$ ;
3.  $\tau_{разр} \geq 0,1 T_u$ ;
4.  $\tau_{разр} \geq 20 T_u$ .

34. Пиковый детектор выделяет огибающую:

1. Одного видеоимпульса;
2. Одного радиоимпульса;
3. Последовательности импульсов;
4. Все варианты.

4. Квадратичным называют АД работающий при:

1. Слабых сигналах;
2. Сильных сигналах;
3. Квадратичных сигналах;
4. Все варианты.

5. Двукратное детектирование может производиться в:

1. Пиковых детекторах;
2. Импульсных детекторах;
3. Синхронных детекторах;
4. Квадратичных детекторах.

6. Детектором огибающей называют:

1. Импульсный детектор;
2. Синхронный детектор;

3. Корреляционный детектор;                    4. Пиковый детектор со сбросом.
7. Детекторной характеристикой АД называют зависимость:
1.  $U_{вх}$  от  $I_{вх}$ ; 2.  $I_{вых}$  от  $U_{вх}$ ; 3.  $U_{вых}$  от  $R_H$ ; 4.  $U_{вых}$  от  $R_{вх}$ .
8. Использование ДОГ позволяет:
1. Повысить  $K_f$ ;
  2. Понизить  $K_d$ ;
  3. Предотвратить пропуск видеоимпульса большой амплитуды;
  4. Предотвратить пропуск видеоимпульса малой амплитуды.
9. Нелинейные искажения при детектировании определяются:
1. Видом детекторной характеристики;                    2. Видом входного сигнала;
  3. Частотой входного сигнала ;                                    4. Все варианты.
10. Импульсный детектор выделяет огибающую:
1. Каждого видеоимпульса;                                    2. Каждого радиоимпульса;
  3. Последовательности радиоимпульсов;                    4. Все варианты.
11. Длительность фронта импульса на выходе детектора зависит от:
1. Внутреннего сопротивления диода;                    2. Величины нагрузочной емкости;
  3. Величины нагрузочного резистора;                    4. Все варианты.
12. Длительность спада импульса на выходе детектора зависит от:
1. Внутреннего сопротивления диода;
  2. Величины нагрузочной емкости;
  3. Внутреннего сопротивления диода и величины нагрузочной емкости;
  4. Величин нагрузочной емкости и нагрузочного резистора.
13. Максимальное искажение формы детектируемого импульса определяется:
1. Длительностью фронта;                                    2. Длительностью спада;
  3. Нестабильностью вершины импульса;                    4. Все варианты.
14. Коэффициент фильтрации детектируемого импульса определяется:
1. Длительностью фронта;
  2. Длительностью спада;
  3. Длительностью фронта и длительностью спада;
  4. Амплитудой высокочастотных флюктуаций на вершине импульса.
15. Детектором называется устройство, обеспечивающее:
1. Выделение закона модуляции и подавление несущего колебания;
  2. Повышение чувствительности приемника;
  3. Модуляцию сигнала;
  4. Все варианты.
16. Спектр выходного колебания детектора лежит в области:
1. Сверхвысоких частот;                                    2. Высоких частот;
  3. Промежуточных частот;                                    4. Низких частот.
17. Более высоким входным сопротивлением и коэффициентом фильтрации обладает:
1. Детектор с параллельной нагрузкой;
  2. Детектор с последовательной нагрузкой;

3. Детектор с перпендикулярной нагрузкой;
4. Все детекторы имеют одинаковые  $R_{ex}$  и  $K_{\phi}$ .

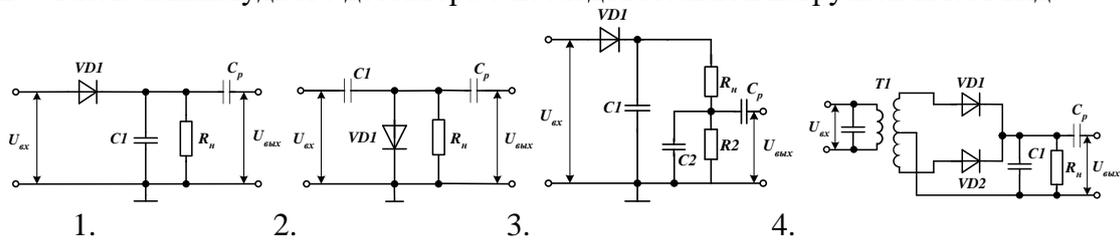
18. Искажения формы выходного видеоимпульса проявляются в появлении:

1. Длительности фронта;
2. Длительности спада;
3. Нестабильности напряжения на вершине импульса;
4. Все варианты.

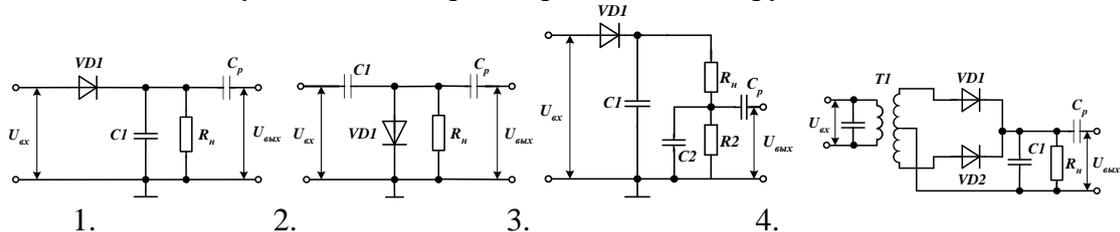
19. Ограничителем амплитуды называется устройство, которое:

1. Обеспечивает постоянство входного напряжения при изменении выходного в определенных пределах;
2. Обеспечивает постоянство выходного напряжения при изменении входного в определенных пределах;
3. Ограничивает частоту входного сигнала;
4. Ограничивает частоту выходного сигнала.

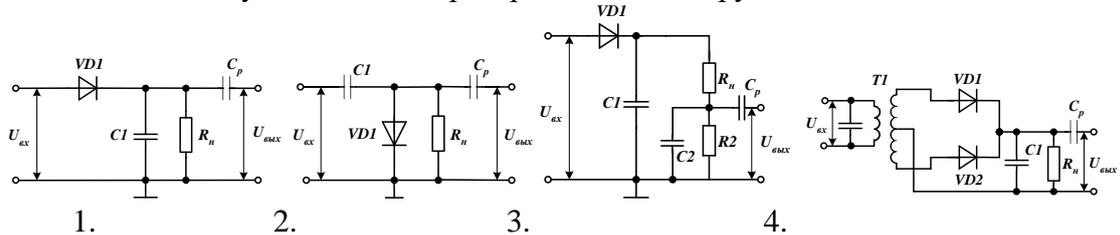
20. Схема амплитудного детектора с последовательной нагрузкой имеет вид:



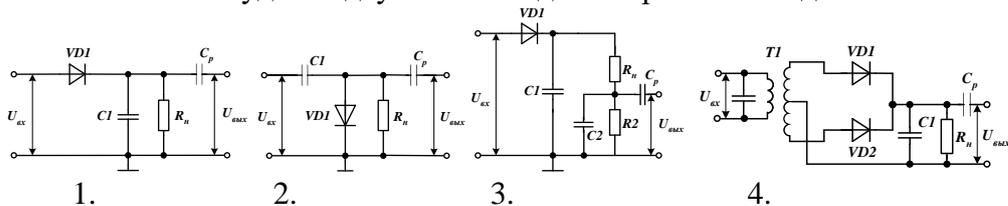
21. Схема амплитудного детектора с параллельной нагрузкой имеет вид:



22. Схема амплитудного детектора с раздельной нагрузкой имеет вид:



23. Схема амплитудного двухтактного детектора имеет вид:



24. Фазовый детектор включает:

1. Устройство перемножения и амплитудный ограничитель;
2. Устройство перемножения и ФНЧ;

3. Устройство перемножения и ФВЧ;

4. Устройство перемножения и ПФ.

25. Детекторной характеристикой ЧД называют зависимость:

1. Амплитуды выходного сигнала от амплитуды входного сигнала;

2. Амплитуды выходного сигнала от частоты входного сигнала;

3. Амплитуды выходного сигнала от частоты выходного сигнала;

4. Частоты выходного сигнала от частоты входного сигнала.

26. Переходной частотой ЧД называют частоту, при которой:

1.  $U_{вых} = U_{вх}$ ;

2.  $U_{вых} = 0$ ;

3.  $U_{вых} = 2U_{вх}$ ;

4.  $f_0 = f_{макс}$ .

27. Крутизна детекторной характеристики ФД максимальна при разности фаз равной:

1.  $\pi$ ;

2.  $2\pi$ ;

3.  $\pi/2$ ;

4. Не зависит от разности фаз.

28. ФД по принципу действия классифицируются на:

1. Кольцевые;

2. Ключевые;

3. Векторомерные;

4. Все варианты.

29. ЧД по принципу действия классифицируются на:

1. Частотно-амплитудные;

2. Частотно-фазовые;

3. Частотно-импульсные;

4. Все варианты.

30. В системах автоматической подстройки частоты ЧД используется в качестве:

1. Частотного терминатора;

2. Частотного дискриминатора;

3. Частотного модулятора;

4. Все варианты.

### **Критерии оценивания проверочных работ:**

Отлично – 90-100% правильных ответов

Хорошо – 80-90% правильных ответов

Удовлетворительно – 70-80% правильных ответов

Неудовлетворительно – менее 70% правильных ответов

## **6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации**

### **Вопросы для подготовки к экзамену:**

1. Коэффициент шума показывает:

1. Во сколько раз отношение с/ш на входе 4-х-полюсника меньше чем на выходе;

2. Во сколько раз отношение с/ш на входе 4-х-полюсника больше чем на выходе;

3. Во сколько раз  $P_{ш}$  на входе 4-х-полюсника меньше чем на выходе;

4. Во сколько раз  $P_{ш}$  на входе 4-х-полюсника больше чем на выходе.

2. Детектор выполняет функцию:

1. Частотной селекции полезного сигнала;

2. Увеличения частоты принятого сигнала;

3. Выделения полезной информации, заключенной в законе модуляции одного из параметров сигнала;

4. Согласования выхода антенны со входом приемника.

3. Динамический диапазон – это:

1. Отношение минимальной и максимальной мощностей сигнала на входе ПРМ, при которых обеспечиваются максимальные искажения на его выходе;
2. Отношение максимальной и минимальной мощностей сигнала на выходе ПРМ;
3. Отношение максимальной и минимальной мощностей сигнала на входе ПРМ, при которых обеспечиваются допустимые искажения на его выходе.
4. Чувствительность – это способность ПРМ выполнять свои функции при:
  1. Одновременной работе других РЭС;
  2. Слабых сигналах;
  3. Изменении частоты входных сигналов;
  4. Воздействии помех.
5. Шумы активных сопротивлений обусловлены:
  1. Неравномерной эмиссией электронов с поверхности катода;
  2. Случайным распределением электронов между электродами УЭ;
  3. Хаотическим движением свободных электронов в проводнике;
  4. Все варианты.
6. Усилитель промежуточной частоты предназначен для:
  1. Выделения полезной информации, заключенной в законе модуляции одного из параметров сигнала;
  2. Основного усиления принятого сигнала и окончательной частотной избирательности;
  3. Преобразования частоты принятого сигнала;
  4. Согласования выхода антенны со входом приемника.
7. Источниками шума в усилительных элементах являются:
  1. Дробовой шум;
  2. Эффект перераспределения электронного потока;
  3. Наведенный ток;
  4. Все варианты.
8. Под избирательностью ПРМ понимают:
  1. Способность выделять полезный сигнал и ослаблять действие помех;
  2. Способность выполнять свои функции при слабых сигналах;
  3. Способность выполнять свои функции при сильных сигналах.
9. Для уменьшения коэффициента шума супергетеродинного приемника:
  1. Его последние каскады должны обладать минимальным уровнем собственных шумов и максимально возможным коэффициентом усиления;
  2. Его первые два каскада должны обладать минимальным уровнем собственных шумов и минимальным коэффициентом усиления;
  3. Его первые два каскада должны обладать минимальным уровнем собственных шумов и максимально возможным коэффициентом усиления;
  4. Его последние каскады должны обладать максимальным уровнем собственных шумов и максимально возможным коэффициентом усиления.
10. Входная цепь приемника РЛС предназначена для:
  1. Предварительной частотной селекции;
  2. Согласования антенны с первым каскадом приемника;
  3. Защита приемника от зондирующего сигнала;
  4. Все варианты.
11. УВЧ предназначен для:
  1. Защиты приемника от зондирующего сигнала;

2. Согласования приемника с антенной;
3. Основного усиления сигнала;
4. Повышение чувствительности приемника.

12. Одним из назначений резонансного УВЧ является:

1. Предварительная частотная избирательность;
2. Поляризационная избирательность;
3. Выделение информационной составляющей сигнала;
4. Все варианты.

13. Чем больше величина проходной емкости, тем коэффициент устойчивого усиления:

1. Больше;
2. Не зависит от величины проходной емкости;
3. Меньше;
4. Не изменится.

14. В параметрическом усилителе эффект усиления достигается:

1. За счет изменения одного из реактивных параметров колебательного контура;
2. За счет кратковременного взаимодействия электронного потока с полем усиливаемой ЭМВ;
3. За счет длительного взаимодействия электронного потока с полем усиливаемой ЭМВ;
4. За счет изменения одного из активных параметров колебательного контура.

15. В зависимости от типа нелинейного элемента ПЧ могут быть:

1. Диодные;
2. Транзисторные;
3. Ламповые;
4. Все варианты.

16. Для повышения качества подавления зеркального канала:

1. Увеличивают полосу пропускания преселектора;
2. Увеличивают промежуточную частоту;
3. Увеличивают полосу пропускания УВЧ;
4. Увеличивают полосу пропускания УПЧ.

17. ПЧ предназначен для:

1. Линейного переноса спектра сигнала на промежуточную частоту;
2. Минимизации нелинейных искажений;
3. Повышения чувствительности;
4. Все варианты.

18. Достоинством диодного ПЧ является:

1. Малый коэффициент шума;
2. Стабильность параметров;
3.  $K_u > 1$ ;
4. Все варианты.

19. Многократное преобразование частоты применяют для:

1. Повышения чувствительности приемника;
2. Обеспечения устойчивого усиления на промежуточной частоте;
3. Подавления "зеркального канала";
4. Все варианты.

20. Достоинством транзисторного ПЧ по сравнению с диодным является:

1. Малый коэффициент шума;
2. Стабильность параметров;
3.  $K_u > 1$ ;
4. Все варианты.

21. Достоинством балансных ПЧ является:

1. Высокий коэффициент передачи;
2. Подавление шумов гетеродина;
3. Эффективное подавления "зеркального канала";
4. Все варианты.

22. Вторую промежуточную частоту выбирают низкой для:

1. Повышения устойчивого коэффициента усиления;
2. Эффективного подавления "зеркального канала";
3. Повышения чувствительности;
4. Все варианты.

23. Процесс преобразования частоты связан с:

1. Изменением крутизны ВАХ нелинейного элемента под действием напряжения сигнала;
2. Изменением крутизны ВАХ нелинейного элемента под действием напряжения гетеродина;
3. Изменением температуры нелинейного элемента под действием напряжения гетеродина;
4. Изменением температуры нелинейного элемента под действием напряжения сигнала.

24. Для обеспечения минимальных искажений при преобразовании частоты необходимо обеспечить:

1.  $U_c \gg U_{Г}$ ;
2.  $U_c = U_{Г}$ ;
3.  $U_c \ll U_{Г}$ ;
4.  $U_c \approx U_{Г}$ .

25. Одним из основных назначений УПЧ является:

1. Основное усиление принятого сигнала;
2. Повышение чувствительности приемника;
3. Предварительная частотная избирательность;
4. Все варианты.

26. Полосу пропускания УПЧ выбирают из условия:

1.  $\Pi = \Delta f_c + 2F_{\partial} + \Delta f_{зан}$ ;
2.  $\Pi = \Delta f_c - 2F_{\partial} + \Delta f_{зан}$ ;
3.  $\Pi = 2\Delta f_c + 2F_{\partial} + \Delta f_{зан}$ ;
4.  $\Pi = \Delta f_c + F_{\partial} + \Delta f_{зан}$ .

27. УПЧ 1-го типа содержит:

1.  $N$  каскадов с фильтрами настроенными на  $f_{нр}$ ;
2.  $N$  каскадов с попарно расстроенными фильтрами;
3.  $N$  каскадов со связанными фильтрами;
4. Сложный фильтр в одном каскаде.

28. УПЧ 3-го типа содержит:

1.  $N$  каскадов с фильтрами настроенными на  $f_{нр}$ ;
2.  $N$  каскадов с попарно расстроенными фильтрами;
3.  $N$  каскадов со связанными фильтрами;
4. Сложный фильтр в одном каскаде.

29. Основными причинами неустойчивой работы УПЧ являются:

1. Изменение емкостей контуров;
2. Изменение крутизны характеристик;
3. Паразитные обратные связи;
4. Все варианты.

30. УПЧ 2-го типа на тройках используют если:

1. Если  $5 < \Pi < 10$  МГц;
2. Если  $\Pi < 2$  МГц;
3. Если  $2 < \Pi < 5$  МГц;
4. Если  $\Pi < 1$  МГц.

31. Одним из основных назначений УПЧ является:
1. Предварительное усиление принятого сигнала;
  2. Повышение чувствительности приемника;
  3. Окончательная частотная избирательность;
  4. Все варианты.
32. УПЧ 2-го типа на парах содержит:
1.  $N$  каскадов с фильтрами настроенными на  $f_{np}$ ;
  2.  $N$  каскадов с попарно расстроенными фильтрами;
  3.  $N$  каскадов со связанными фильтрами;
  4. Сложный фильтр в одном каскаде.
33. УПЧ 1-го типа используют если:
1. Требуется высокая избирательность;
  2. Необходима широкая полоса пропускания;
  3. Если  $P < 2$  МГц;
  4. Если  $P > 5$  МГц.
34. УПЧ 2-го типа на парах используют если:
1. Если  $5 < P < 10$  МГц;
  2. Если  $P < 2$  МГц;
  3. Если  $2 < P < 5$  МГц;
  4. Если  $P < 1$  МГц.
35. Усилительный каскад на транзисторе с общей базой:
1. Склонен к самовозбуждению;
  2. Имеет малый коэффициент устойчивого усиления;
  3. Имеет большой коэффициент устойчивого усиления;
  4. Имеет большую проходную емкость.
36. Пиковый детектор выделяет огибающую:
1. Одного видеоимпульса;
  2. Одного радиоимпульса;
  3. Последовательности импульсов;
  4. Все варианты.
37. Использование детектора огибающей позволяет:
1. Повысить  $K_f$ ;
  2. Понизить  $K_d$ ;
  3. Предотвратить пропуск видеоимпульса большой амплитуды;
  4. Предотвратить пропуск видеоимпульса малой амплитуды.
38. Импульсный детектор выделяет огибающую:
1. Каждого видеоимпульса;
  2. Каждого радиоимпульса;
  3. Последовательности радиоимпульсов;
  4. Все варианты.
39. Коэффициент фильтрации детектируемого импульса определяется:
1. Длительностью фронта;
  2. Длительностью спада;
  3. Длительностью фронта и длительностью спада;
  4. Амплитудой высокочастотных флюктуаций на вершине импульса.
40. Детектором называется устройство, обеспечивающее:
1. Выделение закона модуляции и подавление несущего колебания;
  2. Повышение чувствительности приемника;
  3. Модуляцию сигнала;
  4. Все варианты.

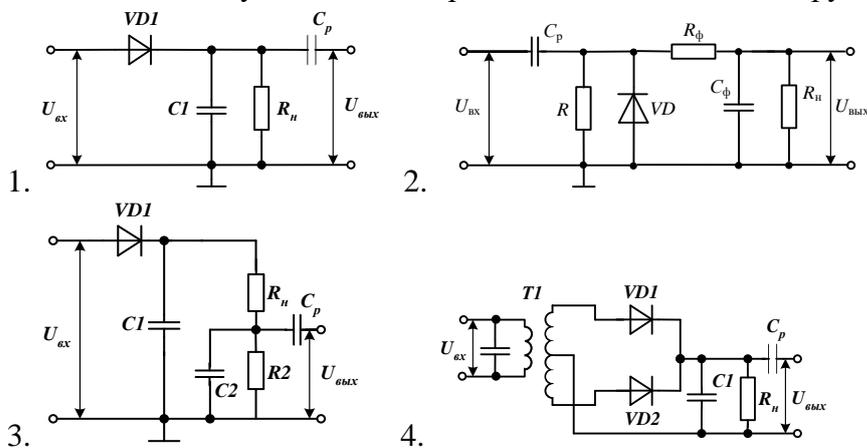
41. Искажения формы выходного видеоимпульса проявляются в появлении:

1. Длительности фронта;
2. Длительности спада;
3. Нестабильности напряжения на вершине импульса;
4. Все варианты.

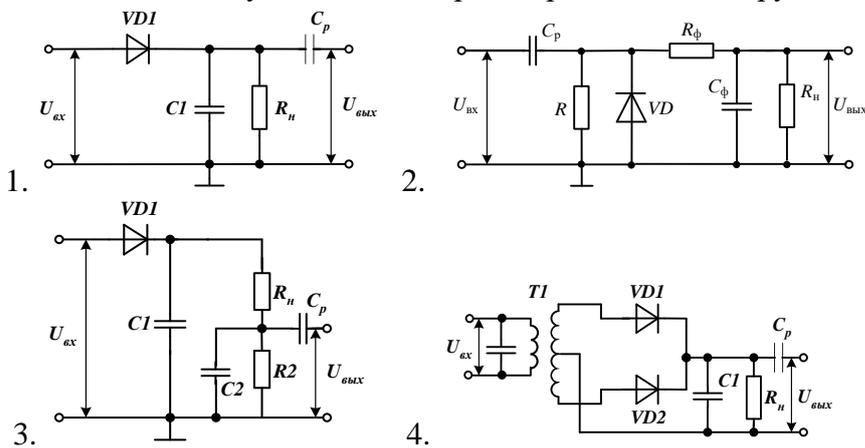
42. Ограничителем амплитуды называется устройство, которое:

1. Обеспечивает постоянство входного напряжения при изменении выходного в определенных пределах;
2. Обеспечивает постоянство выходного напряжения при изменении входного в определенных пределах;
3. Ограничивает частоту входного сигнала;
4. Ограничивает частоту выходного сигнала.

43. Схема амплитудного детектора с последовательной нагрузкой имеет вид:



44. Схема амплитудного детектора с параллельной нагрузкой имеет вид:



45. Фазовый детектор включает:

1. Устройство перемножения и амплитудный ограничитель;
2. Устройство перемножения и ФНЧ;
3. Устройство перемножения и ФВЧ;
4. Устройство перемножения и ПФ.

46. Детекторной характеристикой ЧД называют зависимость:

1. Амплитуды выходного сигнала от амплитуды входного сигнала;
2. Амплитуды выходного сигнала от частоты входного сигнала;

3. Амплитуды выходного сигнала от частоты выходного сигнала;
4. Частоты выходного сигнала от частоты входного сигнала.

47. Частотные детекторы выполняют одну из следующих функций:

1. Преобразование частотно-модулированного сигнала на входе в напряжение на выходе, амплитуда которого изменяется в соответствии с законом изменения частоты входного сигнала;
2. Преобразование частотно-модулированного сигнала на выходе в напряжение на выходе, амплитуда которого изменяется в соответствии с законом изменения частоты выходного сигнала;
3. Преобразование амплитудно-модулированного сигнала на входе в напряжение на выходе, амплитуда которого изменяется в соответствии с законом изменения амплитуды входного сигнала;
4. Все функции.

48. Частотные детекторы выполняют одну из следующих функций:

1. Преобразование амплитудно-модулированного сигнала на входе в напряжение на выходе, амплитуда которого изменяется в соответствии с законом изменения амплитуды входного сигнала;
2. Преобразование частотно-модулированного сигнала на выходе в напряжение на выходе, амплитуда которого изменяется в соответствии с законом изменения частоты выходного сигнала;
3. Преобразование отклонения несущей частоты входного сигнала от ее номинального значения в постоянное напряжение на выходе, величина и знак которого характеризуют величину и направление этого отклонения;
4. Все функции.

49. В состав простого ЧД входят:

1. Одиночный колебательный контур и фазовый детектор;
2. Устройство перемножения и ФНЧ;
3. Устройство перемножения и интегратор;
4. Одиночный колебательный контур и амплитудный детектор.

50. Фазовым детектором называют устройство:

1. Величина выходного напряжения которого пропорциональна разности фаз сигнального и опорного напряжений;
2. Величина выходного напряжения которого пропорциональна разности амплитуд сигнального и опорного напряжений;
3. Преобразующее частотно-модулированный сигнал на входе в напряжение на выходе, амплитуда которого изменяется в соответствии с законом изменения частоты входного сигнала;
4. Выделяющее огибающую входного сигнала.

#### **Задачи для подготовки к экзамену**

1. Рассчитать квадрат действующего значения шумового напряжения на выводах резистора  $u_{\phi}^2$  номиналом  $R$ , работающего при стандартной температуре  $T$  и шумовой полосе пропускания  $\Pi_{ш}$ .
2. Рассчитать коэффициент шума четырехполюсника  $K_{ш}$ , если мощность шума на его входе  $P_{ш.вх}$ , мощность собственных шумов  $P_{ш.соб}$ , а коэффициент передачи по мощности  $K_p$ .

3. Рассчитать коэффициент шума двух последовательно соединенных четырехполюсников  $K_{ш}$ , если первый обладает коэффициентом шума  $K_{ш1}$ , коэффициентом передачи по мощности  $K_{р1}$ , а второй  $K_{ш2}$ .

4. Рассчитать предельную чувствительность приемника  $P_{с\ min}$ , работающего при стандартной температуре и шумовой полосе пропускания  $\Pi_{ш}$ , если его коэффициент шума  $K_{ш}$ .

5. Рассчитать реальную чувствительность приемника  $P_{с\ р}$ , работающего при стандартной температуре и шумовой полосе пропускания  $\Pi_{ш}$ , если его коэффициент шума  $K_{ш}$ , а коэффициент различимости  $\gamma_{р}$ .

6. Рассчитать коэффициент ослабления помехи фильтром зеркального канала  $\sigma_{зк}$  с полосой пропускания  $\Pi$  для значения  $\Delta f_{п}$ .

7. Рассчитать полосу пропускания фильтра зеркального канала  $\Pi$  на объемном резонаторе с добротностью  $Q$  при частоте входного сигнала  $f_{с}$ .

8. Рассчитать частоту зеркального канала  $f_{зк}$ , если частота входного сигнала  $f_{с}$ , промежуточная частота  $f_{пр}$ , а частота гетеродина  $f_{г}$ .

9. Рассчитать полосу пропускания усилителя промежуточной частоты  $\Pi$  для простых сигналов, ширина спектра которых  $\Delta f_{с}$ , для частоты Доплера  $F_{д}$  и частоты запаса  $\Delta f_{зап}$ .

10. Рассчитать коэффициент усиления одного каскада усилителя промежуточной частоты  $K$ , если крутизна вольтамперной характеристики усилительного элемента  $S$ , добротность нагрузочного контура  $Q$ , эквивалентная емкость нагрузки  $C_{э}$ , промежуточная частота  $f_{пр}$ .

11. Рассчитать оптимальные частоты настройки контуров усилителя промежуточной частоты второго типа на парах  $f_{01}$  и  $f_{02}$  для промежуточной частоты  $f_{пр}$  и полосы пропускания одного каскада  $\Pi_1$ .

12. Рассчитать полосу пропускания одного каскада усилителя промежуточной частоты  $\Pi$ , если эквивалентная емкость нагрузки  $C_{э}$ , а эквивалентное сопротивление  $R_{э}$ .

13. Рассчитать коэффициент усиления  $K_3$  и полосу пропускания  $\Pi_3$  трехкаскадного усилителя промежуточной частоты первого типа, если коэффициент усиления каждого каскада  $K_1$ , полоса пропускания каждого каскада  $\Pi_1$  и известен коэффициент  $\psi_1(3)$ .

14. Рассчитать параметр обобщенной начальной расстройки  $\alpha_0$  пары каскадов усилителя промежуточной частоты второго типа, если известны  $\Delta f_0$  и полоса пропускания одного каскада  $\Pi_1$ .

15. Рассчитать коэффициент усиления одной пары каскадов усилителя промежуточной частоты второго типа на парах  $K_{п}$ , если крутизна вольтамперной характеристики усилительного элемента  $S$  и эквивалентное сопротивление нагрузки  $R_{э}$ .

16. Рассчитать коэффициент усиления  $K_2$  и полосу пропускания  $\Pi_2$  усилителя промежуточной частоты второго типа на парах, состоящего из двух пар, если коэффициент усиления одной пары  $K_{п}$ , полоса пропускания каждой пары  $\Pi_{п}$  и известен коэффициент  $\psi_2(2)$ .

17. Рассчитать коэффициент усиления  $K_2$  и полосу пропускания  $\Pi_2$  усилителя промежуточной частоты второго типа на тройках, состоящего из двух троек, если коэффициент усиления одной тройки  $K_{т}$ , полоса пропускания каждой тройки  $\Pi_{т}$  и известен коэффициент  $\psi_3(2)$ .

18. Рассчитать длительность спада импульса на выходе импульсного детектора  $\tau_{сп}$ , если известны  $R_{н}$ ,  $C_{н}$ .

19. Рассчитать приблизительное значение нагрузочной емкости импульсного детектора  $C_{н}$ , если известны  $R_{н}$ ,  $C_{ак}$ .

20. Рассчитать приблизительное значение нагрузочного резистора импульсного детектора  $R_{н}$ , если известны  $\tau_{и}$ ,  $C_{н}$ .

21. Рассчитать коэффициент фильтрации импульсного детектора  $K_{ф}$ , если известны  $C_{ак}$ ,  $C_{н}$ .

22. Рассчитать коэффициент передачи по напряжению диодного импульсного детектора  $K_u$  и постоянную времени цепи заряда нагрузочной емкости  $\tau_z$ , если известны угол отсечки тока детектора  $\theta$ , сопротивление диода  $R_i$ ,  $C_n$ .

23. Рассчитать переходную частоту частотного детектора одноканальной системы разностной автоматической подстройки частоты  $f_0$ , если частота зондирующего сигнала  $f_{zc}$ , частота отраженного от цели сигнала  $f_{oc}$ , а частота гетеродина  $f_H$ .

24. Рассчитать переходную частоту частотного детектора двухканальной системы разностной автоматической подстройки частоты  $f_0$ , если частота зондирующего сигнала  $f_{zc}$ , частота отраженного от цели сигнала  $f_{oc}$ , а частота гетеродина  $f_H$ .

### **Критерии оценки на экзамене**

Экзамен проводится в форме теста. Тест включает 15 теоретических вопросов и 5 задач.

«Отлично» – набрано не менее 14 баллов за теоретические вопросы, решены 5 задач;

«Хорошо» – набрано 12 или 13 баллов за теоретические вопросы, решено не менее 4 задач;

«Удовлетворительно» – набрано 9–11 баллов за теоретические вопросы, решено не менее 3 задач;

«Неудовлетворительно» - набрано менее 9 баллов за теоретические вопросы, решено менее 3 задач.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **7.1. Основная литература**

1. Пушкарёв В.П. Радиоприемные устройства: учебник / В.П. Пушкарёв. – М.: Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 226 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105788.html>.

2. Плаксиенко, В. С. Вещательные радиоприемные устройства: учебное пособие / В.С. Плаксиенко, Н.Е. Плаксиенко. – Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2020. – 126 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/107997.html>.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Фалько А. И. Радиоприемные устройства. Сборник задач и упражнений: учебное пособие / А. И. Фалько, Т. Я. Показаньева, М. С. Шушнов. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2019. – 55 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/90598.html>.

2. Романюк В. А. Основы радиосвязи: учебник для вузов / В.А. Романюк. – М.: Издательство Юрайт, 2021. – 288 с. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/468398>.

3. Марков Ю. В. Устройства приема и обработки сигналов: проектирование: учебное пособие для вузов / Ю. В. Марков, А. С. Боков; под научной редакцией Н. П. Никитина. – М.: Издательство Юрайт, 2021. – 109 с. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/472191>.

### **7.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

#### **7.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://school-collection.edu.ru/> – Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов.

2. <http://fcior.edu.ru/> – Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)

3. [www.istokmw.ru](http://www.istokmw.ru) – сайт ФГУП «НПП Исток».

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Каталог ГОСТ: радиотехнические материалы: <https://internet-law.ru/gosts/2814/>.
2. Справочник по радиокомпонентам отечественного производства: <https://radio-komplekt.ru/handbook.php>.
3. Технический справочник радиодеталей: <https://radiosvod.ru/>.
4. Справочник по микроконтроллерам: <https://www.radioman-portal.ru/sprav/microcontrollers/>.
5. Информационно-поисковый портал по электронике: <http://radionet.com.ru/>.
6. Реестр Федерального института промышленной собственности: <https://www1.fips.ru/registers-web/>.
7. Сервер CHIPINFO: база данных по электронным компонентам: <http://www.chipinfo.ru/>.
8. QRZ.RU: технический портал – Сайт для радиолюбителей: <https://www.qrz.ru/beginners/>.
9. Журнал сетевых решений LAN: <https://www.osp.ru/lan>
10. Электротехнический портал для студентов вузов и инженеров: <http://xn---8sbnaarbidfksmiphlmncm1d9b0i.xn--p1ai/>.

### **8. Материально-техническое обеспечение**

**Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа**, оснащенная стандартной учебной мебелью, настенной доской, настенным экраном, мультимедиапроектором, ноутбуком и комплектом колонок.

**Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации**, оснащенная стандартной учебной мебелью.

**Помещение для самостоятельной работы** – компьютерный класс с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС СмолГУ.

## **9. Программное обеспечение**

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», ЭБС «IPRbooks», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, а также доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0  
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич  
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022