

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  В.А. Небольсин

«19» апреля 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины (модуля)**

**«Приемопередающая аппаратура узлов связи»**

**Специальность** 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

**Направленность** Радиоэлектронные системы передачи информации

**Квалификация выпускника** Инженер

**Нормативный период обучения** 5,5 лет

**Форма обучения** Очная

**Год начала подготовки** 2024 г.

Автор программы

 /Володько А.В./

Заведующий кафедрой  
Систем информационной  
безопасности

 / Журавлёв Д.В./

Руководитель ОПОП

 /Журавлёв Д.В./

**Воронеж 2024**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Цель изучения дисциплины: подготовка обучающихся к эксплуатационной деятельности путем формирования профессиональных компетенций, направленных на знание основ теории радиоприемной техники, ее современной элементной базы, перспектив развития, методов инженерного расчета блоков устройств приема и преобразования сигналов, умений выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе эксплуатации устройств приема и преобразования сигналов и навыков расчетов, моделирования и исследования каскадов устройств приема и преобразования сигналов.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

Формирование у студентов способности к проведению диагностики функционирования и проверки на работоспособность при эксплуатации устройств приема и преобразования сигналов в составе радиоэлектронных систем и комплексов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Приемопередающая аппаратура узлов связи» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б.1 учебного плана.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Приемопередающая аппаратура узлов связи» направлен на формирование компетенции:

ПК–3 — способен к проведению диагностики и проверки на работоспособность при эксплуатации составных частей радиоэлектронных систем и комплексов.

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                             |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК–3        | знать принципы и особенности функционирования каскадов в составе устройств приема и преобразования сигналов                   |
|             | уметь выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе эксплуатации устройств приема и преобразования сигналов |
|             | владеть методами расчетов, моделирования и исследования каскадов устройств приема и преобразования сигналов                   |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Приемопередающая аппаратура узлов связи» составляет 7 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий.

##### Очная форма обучения

| Вид учебной работы                        | Всего<br>Часов | Семестры |     |
|-------------------------------------------|----------------|----------|-----|
|                                           |                | 5        | 6   |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>         | 108            | 72       | 36  |
| В том числе:                              |                |          |     |
| Лекции                                    | 53             | 36       | 18  |
| Практические занятия (ПЗ)                 | –              | –        | –   |
| Лабораторные работы (ЛР)                  | 54             | 36       | 18  |
| <b>Самостоятельная работа</b>             | 72             | 63       | 9   |
| <b>Контроль</b>                           | 72             | 45       | 27  |
| Курсовой проект                           | –              | –        | –   |
| Контрольная работа                        | –              | –        | –   |
| Вид промежуточной аттестации – Экзамен    | +              | +        | +   |
| Общая трудоемкость<br>час<br><br>зач. ед. | 252            | 180      | 108 |
|                                           | 7              | 5        | 2   |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

| № п/п     | Наименование темы                                              | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Лек ц | Прак зан. | Лаб. зан. | СРС  | Всего, час |
|-----------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|-----------|------|------------|
| 5 семестр |                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |           |           |      |            |
| 1         | Общие сведения об устройствах приема и преобразования сигналов | Основные задачи и проблемы устройств приема и передачи сигналов (УППС). Назначение и виды структур УППС. Современная элементная база. Влияние экономических факторов на выбор характеристик проектируемых радиоприемников. Основные электрические показатели УППС. Источники помех радиоприема и их характеристики. Внутренние шумы. Проблемы помехоустойчивости и электромагнитной совместимости. Особенности помех в различных частотных диапазонах. Шумы антенно-фидерных устройств, пассивных цепей и усилительных приборов. Эффективная шумовая полоса пропускания. Коэффициент шума. Пороговая и реальная чувствительности. Применение теории шумящих четырехполюсников к расчету шумов УППС: коэффициент шума и эквивалентная шумовая температура, коэффициент шума каскадно-соединенных четырехполюсников. Измерение коэффициента шума. Влияние шумов первых каскадов. Расчет предельной и реальной чувствительности. | 6     | -         | -         | 12.5 | 18.5       |
| 2         | Входные устройства                                             | Колебательный контур в УППС. Настройка контуров в диапазоне частот. Стабильность настройки колебательного контура. Неполное включение колебательного контура. Входные цепи (ВЦ), их назначение и характеристики. Структурная схема ВЦ. Условия согласования входной цепи по входу и по выходу. Способы перекрытия диапазона. Схемы и особенности ВЦ различных частотных диапазонов. Переключаемые ВЦ и ВЦ с фиксированной настройкой. ВЦ при работе с ненастроенной антенной. Обобщенная эквивалентная схема. Входное устройство с емкостной, трансформаторной связью. ВЦ с магнитной антенной. Входные цепи при работе с настроенной антенной. ВЦ метрового, дециметрового и сантиметрового диапазона.                                                                                                                                                                                                                       | 8     | -         | 4         | 12.5 | 24.5       |
| 3         | Усилители устройств приема и преобразования сигналов           | Основные сведения об избирательных усилителях, их назначение. Типы и характеристики избирательных усилителей. Транзисторные усилители радиочастоты (УРЧ) диапазона умеренно-высоких частот. Основные схемные варианты. Обобщенная эквивалентная схема УРЧ и ее анализ. Внутренняя обратная связь и методы ее нейтрализации. Реализация транзисторных УРЧ на интегральных микросхемах. Устойчивость УРЧ. Условия устойчивости работы УРЧ. Усилители промежуточной частоты (УПЧ). Основные характеристики УПЧ. Анализ работы УПЧ, с распределенной избирательностью, способы формирования амплитудно-частотных характеристик.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6     | -         | 4         | 12.5 | 22.5       |
| 4         | Преобразователи частоты                                        | Назначение преобразователей частоты (ПЧ), их основные характеристики. Классификация ПЧ. Общая теория преобразования частоты. Транзисторные и диодные ПЧ. Расчет параметров преобразования. Режимы работы смесителя. Коэффициент передачи ПЧ. Шумовые свойства ПЧ. Балансные и кольцевые ПЧ. Параметрические ПЧ. ПЧ в интегральном исполнении. Частотная харак-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 8     | -         | 4         | 12.5 | 24.5       |

|           |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |   |    |    |     |
|-----------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|----|----|-----|
|           |                                                            | теристика ПЧ. Побочные каналы приема и их подавление. Выбор промежуточной частоты. Сопряжение настроек контуров сигнала и гетеродина. Двукратное преобразование частоты.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |   |    |    |     |
| 5         | Детекторы                                                  | Амплитудные детекторы (АД). Основные схемные варианты и характеристики АД. Диодные АД. Выбор параметров и расчет АД. Искажения при детектировании и способы их уменьшения. Воздействие помех на детектор АД – сигналов. Пиковый детектор. Амплитудный ограничитель. Частотные детекторы (ЧД). Основные схемные варианты и характеристики ЧД. Анализ работы ЧД с расстроенными и связанными контурами, дискриминатора и дробные ЧД. Фазовые детекторы (ФД). Основные типы ФД. Детекторы радиоимпульсов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 8  | - | 4  | 13 | 25  |
|           |                                                            | Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 36 | - | 36 | 63 | 180 |
| 6 семестр |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |   |    |    |     |
| 6         | Регулировки в устройствах приема и преобразования сигналов | Общие сведения о ручных и автоматических регулировках и их назначение. Методы настройки радиоприемников. Системы автоматического регулирования усиления (АРУ). Анализ работы АРУ. Системы частотной автоподстройки частоты (ЧАПЧ). Фазовая автоподстройка частоты (ФАПЧ). Анализ работы системы ЧАПЧ и ФАПЧ. Синтезаторы частот в гетеродинных трактах.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4  | - | 8  | 8  | 20  |
| 7         | Приемники различного назначения                            | Область применения и виды приемников. Приемники АМ-сигналов. Использование синхронного приема для разделения сигналов двух станций с перекрывающимися боковыми полосами частот. Синхронный радиоприем. Прием однополосных сигналов. Приемники ЧМ – сигналов. Особенности построения трактов УКВ-ЧМ. Влияние помех при приеме ЧМ-сигналов. Особенности приема импульсных сигналов. Радиоприемные устройства импульсных радиолокационных станций. Приемник предельной чувствительности. Приемник точного обнаружения расстояния до объекта. Радиопомехи и борьба с ними (выбор полосы пропускания, система ШОУ, применение кварцевых фильтров). Радиоприем на магистральных линиях КВ- радиосвязи. Применение декаметровых волн для дальней радиосвязи. Общие тенденции в конструировании связанных приемников. Основные тенденции развития радиовещательных приемников. Особенности линий космической связи. Структурные схемы входных устройств земных и бортовых станций космической связи. Теория оптимальных методов приема. Корреляционный метод приема. | 10 | - | 8  | 7  | 25  |
| 8         | Цифровые устройства приема и преобразования сигналов       | Технологические и экономические аспекты создания цифровых радиоприемных устройств. Процессы преобразования сигналов при цифровой обработке. Особенности дискретизации и квантования сигналов. Цифровые фильтры. Цифровые преобразователи частоты. Цифровые генераторы. Цифровые детекторы. Технические средства для реализации цифровой обработки сигналов в радиоприемных устройствах. Последетекторная цифровая обработка сигналов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2  | - | -  | 6  | 8   |
| 9         | Электромагнитные помехи и борьба с ними                    | Электромагнитные помехи в диапазоне радиочастот. Сосредоточенные, импульсные, флуктуационные, мультипликативные помехи. Расширение динамического диапазона. Восприимчивость цифровых элементов и вычислительных средств радиоприемников помехам. Адаптация к изменениям электромагнитной обстановке.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2  | - | 2  | 6  | 10  |
|           |                                                            | Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 18 | - | 18 | 27 | 108 |

|  |       |    |   |    |    |     |
|--|-------|----|---|----|----|-----|
|  | Итого | 53 | - | 54 | 72 | 252 |
|--|-------|----|---|----|----|-----|

## 5.2 Перечень лабораторных работ

| № темы | № занятия | Тема и содержание лабораторного занятия                                                    |  |
|--------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|        |           | 5 семестр                                                                                  |  |
| 2      | 1         | Входные цепи радиоприемников                                                               |  |
| 3      | 1         | Усилители высокой и промежуточной частот радиоприемников                                   |  |
| 4      | 1         | Исследование преобразователя частоты                                                       |  |
| 5      | 1         | Исследование амплитудного детектора                                                        |  |
| 5      | 2         | Исследование частотного детектора                                                          |  |
|        |           | 6 семестр                                                                                  |  |
| 6      | 1         | Автоматическая регулировка усиления                                                        |  |
| 6      | 2         | Частотная автоподстройка частоты                                                           |  |
| 7      | 1         | Проектирование преселектора супергетеродинного приемника                                   |  |
| 7      | 2         | Расчет усилителя промежуточной частоты с двухконтурным полосовым фильтром                  |  |
| 9      | 1         | Математические модели сосредоточенных, импульсных, флуктуационных, мультипликативных помех |  |

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Не предусмотрено учебным планом

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

#### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

| <b>Компетенция</b> | <b>Результаты обучения,, характеризующие сформированность компетенции</b>                                                     | <b>Критерии оценивания</b>                                                                                                    | <b>Аттестован</b>                                                                              | <b>Не аттестован</b>                                                                             |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3               | знать принципы и особенности функционирования каскадов в составе устройств приема и преобразования сигналов                   | Активная работа на занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ                                  | Получение допуска к выполнению лабораторных работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Неполучение допуска к выполнению лабораторных работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|                    | уметь выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе эксплуатации устройств приема и преобразования сигналов | Решение стандартных практических задач                                                                                        | Выполнение расчетов в лабораторных работах в срок, предусмотренный в рабочих программах        | Невыполнение расчетов в лабораторных работах в срок, предусмотренный в рабочих программах        |
|                    | владеть методами расчетов, моделирования и исследования каскадов устройств приема и преобразования сигналов                   | Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана лабораторных работ по разработке курсового проекта | Выполнение лабораторных работ в срок, предусмотренный в рабочих программах                     | Невыполнение лабораторных работ в срок, предусмотренный в рабочих программах                     |

#### **7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний**

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».





3) чувствительность, ограниченная усилением;

5) пороговая чувствительность.

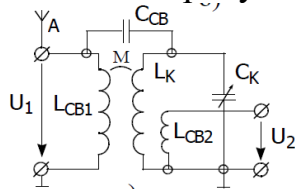
а) минимальный уровень радиосигнала на входе приемника при заданном отношении мощностей (напряжений) полезного сигнала и шума (отношение сигнал-шум) и заданном уровне полезного сигнала на выходе его линейного тракта;

б) мера способности радиоприемника обеспечивать прием слабых сигналов, определяемая при отсутствии внешних радиопомех;

в) минимальный уровень радиосигнала на входе, необходимый для получения равных уровней полезного сигнала и шума на выходе (отношение сигнал-шум равно 1);

г) определяется минимальным уровнем радиосигнала на входе, необходимым для получения заданного уровня на выходе приемника.

6. На рисунке изображена схема входной цепи ...



а) с трансформаторной связью с антенной;

б) автотрансформаторной связью с антенной;

в) емкостной связью с антенной;

г) индуктивно-емкостной связью с антенной.

7. Частотная характеристика входной цепи с индуктивной связью с антенной может быть ...

а) только возрастающей; б) только убывающей; в) как возрастающей, так и убывающей; г) только постоянной.

8. При детектировании уровень нелинейных искажений определяется ...

а) коэффициентом передачи детектора;

б) видом и степенью нелинейности детекторной характеристики;

в) видом частотной характеристики детектора.

9. Основной особенностью радиолокационного приемника является ...

а) использование системы автоподстройки частоты;

б) использование общей с передатчиком антенны;

в) использование сложных сигналов;

г) использование моноимпульсных сигналов.

10. Ширина спектра частот сигнала, принимаемого приемником непрерывных двухполосных сигналов определяется по формуле:

а)  $3 \text{ кГц}$ ; б)  $F_{\max}$ ; в)  $2F_{\max}$ ; г)  $(6..10)F_M$ .

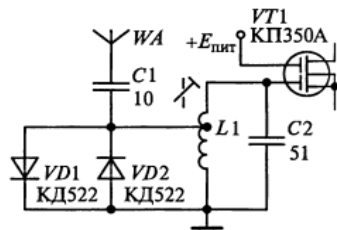
### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Разбить диапазон рабочих частот  $3,95...12,1 \text{ МГц}$  так, чтобы коэффициент перекрытия поддиапазона был не более 1,8.

2. Частоты настройки радиоприемника располагаются в диапазоне от  $f_{0\min} = 150 \text{ кГц}$  до  $f_{0\max} = 300 \text{ кГц}$ .

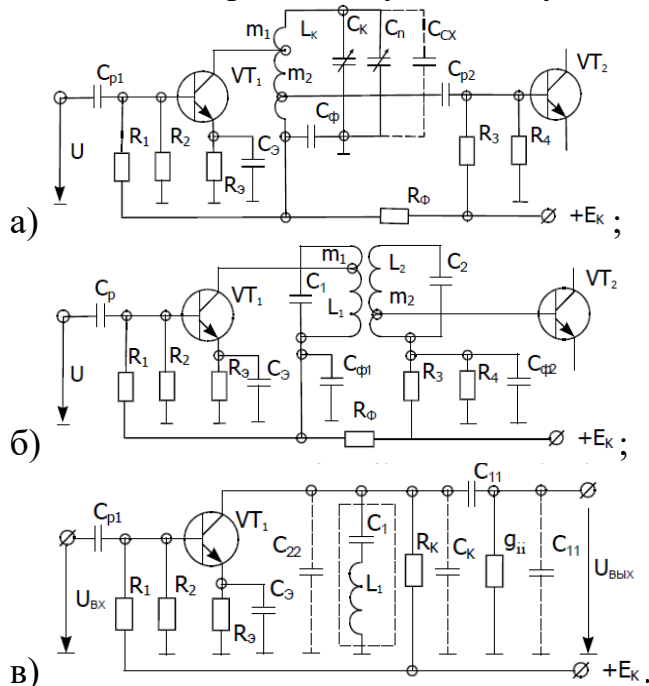
В каких пределах должна изменяться эквивалентная емкость контура входной цепи, если индуктивность катушки контура  $L_k = 2$  мГн?

3. На рисунке изображена входная цепь приемного устройства в диапазоне 27-29 МГц. Какие элементы образуют колебательный контур входной цепи?

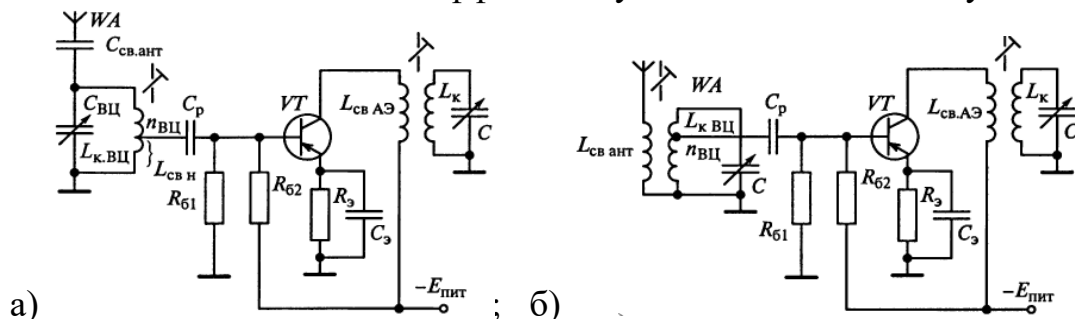


а)  $L_1 C_1$ ; б)  $L_1 C_2$ ; в)  $L_1 C_1 C_2$ .

4. Выберите схему каскада усилителя промежуточной частоты.



5. Какую из двух представленных на рисунке схем преселектора следует использовать в диапазоне ДВ вещательного радиоприемника, чтобы получить более постоянный коэффициент усиления по диапазону?



6. В усилителях радиочастоты используют активные элементы, которые обладают ...

- а) большой крутизной и малым значением межэлектродной емкости;
- б) малой крутизной и малым значением межэлектродной емкости;
- в) большой крутизной и большим значением межэлектродной емкости;
- г) малой крутизной и большим значением межэлектродной емкости.

7. На основе каких систем можно реализовать амплитудный детектор? Поясните принцип действия.

8. Назовите виды регулировок в устройстве приема и обработки сигналов и объясните их назначение.

9. Что общего между системами частотной и фазовой автоподстройки частоты и чем они различаются?

10. Почему додетекторная цифровая обработка сигналов имеет очень ограниченное применение?

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Разбить диапазон приемника  $f_{min}...f_{max}$  3,95...12,1 МГц на поддиапазоны с равным коэффициентом перекрытия. Определить крайние частоты полученных поддиапазонов, крайние частоты диапазонов с перекрытием, коэффициент поддиапазонов с перекрытием.

Справка. Для обеспечения перекрытия полученных поддиапазонов при смене электронных приборов, изменений напряжения источников питания, изменений температуры и т.д. необходимо раздвинуть крайние частоты поддиапазонов на 1-3%:

$$f'_{max} = (1,01...1,03)f_{max}$$

$$f'_{min} = (0,97...0,99)f_{min}$$

Коэффициент перекрытия с запасом

$$k'_{пд} = f'_{max} / f'_{min}.$$

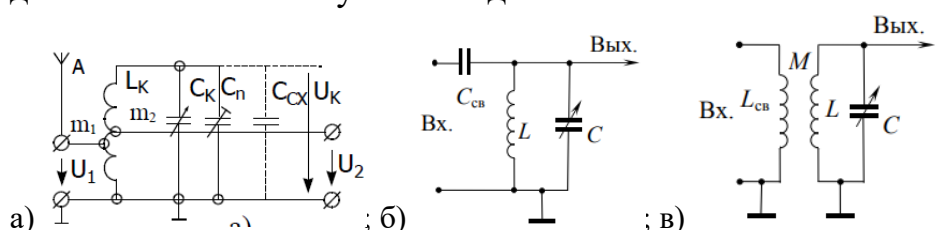
2. По требованиям ГОСТ 5651-89 уточните, какая группа сложности радиоприемных устройств обладает максимальной реальной чувствительностью, а какая – минимальной.

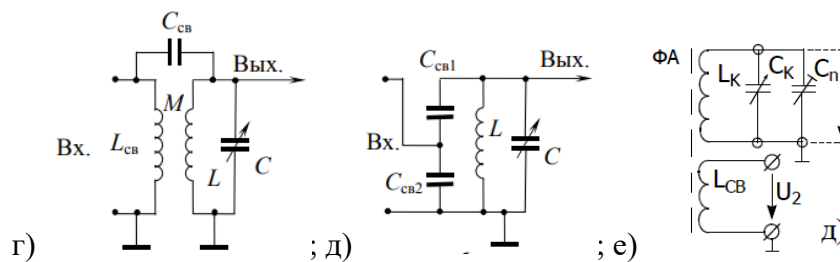
3. При проверке реальной чувствительности приемника на трех диапазонах получены данные, приведенные в таблице.

| Диапазон | Частота |         |         |
|----------|---------|---------|---------|
|          | нижняя  | средняя | верхняя |
| 1        | 6       | 9       | 13      |
| 2        | 7       | 10      | 9       |
| 3        | 25      | 23      | 24      |

Какое значение чувствительности следует указать в техническом паспорте приемника для каждого диапазона? Значения пороговой чувствительности будут больше или меньше значений реальной чувствительности? На каком диапазоне наблюдается наибольшая чувствительность?

4. Приведите в соответствие схемы входных цепей умеренно высокого диапазона и используемый вид связи с антенной.





- 1) с внешнеемкостной; 2) с внутриемкостной; 3) автотрансформаторной; 4) трансформаторной; 5) индуктивно-емкостной; 6) с магнитной (ферритовой) антенной.

5. КВ-диапазон разбивают на поддиапазоны по следующим причинам:

- а) отсутствие настроечных элементов, позволяющих реализовать коэффициент перекрытия диапазона;
- б) повышение чувствительности приемника;
- в) увеличение динамического диапазона приемника;
- г) невозможность обеспечения постоянства основных параметров устройства приема и обработки сигналов в широком диапазоне рабочих частот;
- д) повышение добротности избирательных систем устройства приема и обработки сигналов.

6. Почему в диапазонных радиоприемных устройствах один из конденсаторов контура делают подстроечным? Почему необходимо предусматривать некоторое изменение индуктивности контурной катушки?

7. Почему в каскадах усилителя радиочастоты бытовых радиоприемников чаще применяют не биполярные, а полевые транзисторы? Почему полевые транзисторы не находят применения в переносных радиоприемных устройствах?

8. Проводят настройку усилителя радиочастоты в составе устройства приема и обработки сигналов. Для установки диапазона рабочих частот используют генератор сигналов и вольтметр. Каков порядок настройки в случаях: а) в усилителе используется секционированная катушка индуктивности; б) для каждого диапазона используется отдельная катушка индуктивности.

9. Почему в обратной автоматической регулировке усиления нельзя получить идеальную характеристику регулирования?

10. Каковы назначение и схема фильтра в цепи автоматической регулировки усиления?

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету (7 семестр)

1. Основные задачи и проблемы устройств приема и передачи сигналов (УПиПС).
2. Классификация радиоприемных устройств. Типы и структурные схемы приемников.
3. Основные требования, предъявляемые к радиоприемным устройствам. Основные электрические показатели УПиПС.
4. Источники помех радиоприема и их характеристики. Внутренние шумы.

5. Особенности помех в различных частотных диапазонах. Шумы антенно-фидерных устройств, пассивных цепей и усилительных приборов.
6. Эффективная шумовая полоса пропускания. Коэффициент шума. Пороговая и реальная чувствительности.
7. Применение теории шумящих четырехполюсников к расчету шумов УПиПС: коэффициент шума и эквивалентная шумовая температура, коэффициент шума каскадно-соединенных четырехполюсников.
8. Измерение коэффициента шума. Влияние шумов первых каскадов.
9. Расчет предельной и реальной чувствительности.
10. Колебательный контур в УПиПС. Настройка контуров в диапазоне частот. Стабильность настройки колебательного контура.
11. Неполное включение колебательного контура.
12. Входные цепи (ВЦ), их назначение и характеристики. Обобщенная структурная схема ВЦ. Перестраиваемые ВЦ и ВЦ с фиксированной настройкой.
13. Условия согласования входной цепи по входу и по выходу. Способы перекрытия диапазона.
14. Схемы и особенности ВЦ различных частотных диапазонов.
15. Анализ входной цепи с внешнемкостной связью при ненастроенной антенной.
16. Анализ индуктивной связи антенной цепи с колебательным контуром. Вывод выражения для коэффициента передачи по диапазону. Работа на укороченную и удлиненную антенну.
17. Входная цепь с магнитной антенной.
18. Селективные усилители радиочастоты (УРЧ). Основные характеристики УРЧ.
19. Диапазонный усилитель с непосредственным включением контура в выходную цепь активного элемента (схема последовательного и параллельного питания).
20. Расчет резонансного каскада на полупроводниках с комбинированной связью (с автотрансформаторным включением контура в цепь коллектора, трансформаторной связью со входом следующего каскада, с нейтрализацией внутренней обратной связи).
21. Устойчивость УРЧ. Условия устойчивости работы УРЧ.
22. Полосовые усилители. Основные характеристики усилителей промежуточной частоты (УПЧ).
23. Анализ УПЧ с двухконтурным полосовым фильтром в диапазоне умеренно высоких частот (коэффициент усиления, уравнение резонансной характеристики).
24. Усилители с фильтром сосредоточенной избирательности.
25. Усилители с кварцевым фильтром.
26. Электромеханические и пьезокерамические фильтры.
27. Борьба с помехами, имеющими частоту, равную или близкую к промежуточной.

28. Назначение преобразователей частоты (ПЧ), их основные характеристики. Классификация ПЧ.
29. Общая теория преобразования частоты.
30. Балансные и кольцевые преобразователи частоты.
31. Частотная характеристика ПЧ в линейном режиме.
32. Частотная характеристика ПЧ в нелинейном режиме.
33. Коэффициент передачи ПЧ. Шумовые свойства ПЧ.
34. Параметрические ПЧ.
35. ПЧ в интегральном исполнении.
36. Сопряжение настроек контуров сигнала и гетеродина.
37. Двукратное преобразование частоты.
38. Амплитудные детекторы (АД). Основные схемные варианты и характеристики АД.
39. Теория и расчет детектора больших амплитуд.
40. Выбор параметров и расчет АД.
41. Искажения при детектировании и способы их уменьшения.
42. Пиковый детектор.
43. Амплитудный ограничитель.
44. Частотные детекторы (ЧД). Основные схемные варианты и характеристики ЧД.
45. Анализ работы ЧД с расстроенными и связанными контурами.
46. Дискриминаторы и дробные ЧД.
47. Фазовые детекторы (ФД). Основные типы ФД.
48. Детекторы радиоимпульсов.

#### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой (8 семестр)**

1. Общие сведения о ручных и автоматических регулировках и их назначение. Методы настройки радиоприемников.
2. Системы автоматического регулирования усиления (АРУ). Анализ работы АРУ.
3. Виды АРУ с межкаскадными делителями.
4. Автоматическая регулировка полосы пропускания.
5. Системы частотной автоподстройки частоты (ЧАПЧ). Анализ работы системы ЧАПЧ.
6. Фазовая автоподстройка частоты (ФАПЧ). Анализ работы системы ФАПЧ.
7. Синтезаторы частот в гетеродинных трактах.
8. Автоматическая настройка.
9. Сенсорное управление. Дистанционное управление и контроль.
10. Приемники АМ-сигналов.
11. Использование синхронного приема для разделения сигналов двух станций с перекрывающимися боковыми полосами частот.
12. Прием однополосных сигналов. Преимущества однополосной радиосвязи. Особенности приемников однополосных сигналов.

13. Прием ЧМ – сигналов. Особенности построения трактов УКВ-ЧМ.
14. Влияние помех при приеме ЧМ-сигналов.
15. Приемные устройства наземных радиорелейных систем.
16. Приемники телевизионного вещания
17. Приемники систем персонального радиовызова
18. Особенности приема импульсных сигналов. Радиоприемные устройства импульсных радиолокационных станций.
19. Приемник предельной чувствительности.
20. Приемник точного обнаружения расстояния до объекта.
21. Радиоприем на магистральных линиях КВ- радиосвязи.
22. Приемники систем связи миллиметрового и оптического диапазонов
23. Радиопомехи и борьба с ними (выбор полосы пропускания, система ШОУ, применение кварцевых фильтров).
24. Компенсационный метод подавления импульсных помех.
25. Частотная селекция с помощью двойного преобразования частоты (принцип В.И. Юзвинского).
26. Применение декаметровых волн для дальней радиосвязи.
27. Общие тенденции в конструировании связных приемников.
28. Основные тенденции развития радиовещательных приемников.
29. Особенности линий космической связи. Структурные схемы входных устройств земных и бортовых станций космической связи.
30. Теория оптимальных методов приема. Корреляционный метод приема.
31. Цифровые фильтры.
32. Цифровые преобразователи частоты.
33. Цифровые генераторы.
34. Цифровые детекторы.
35. Последетекторная цифровая обработка сигналов.
36. Электромагнитные помехи в диапазоне радиочастот. Сосредоточенные, импульсные, флуктуационные, мультипликативные помехи.
37. Расширение динамического диапазона. Адаптация к изменениям электромагнитной обстановке.
38. Формирование каналов разнесенного приема.
39. Фазирование сигналов при разнесенном приеме.

#### **7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет проводится по тест–билетам, каждый из которых содержит 5 вопросов, 5 стандартных задач, 5 прикладных задач и 1 теоретический вопрос. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается от 1 до 3 баллов. За правильный ответ на задания тестирования выставляется 1 балл. За правильный ответ на стандартную задачу выставляется 2 балла. За правильный, обоснованный и полный ответ на прикладную задачу выставляется 3 балла. За недостаточно полный, но правильный ответ на прикладную задачу — 2 балла. За правильное решение, но неправильный ответ в прикладной задаче — 1 балл. За ответ на теоретический вопрос выставляется от 0 до 10 баллов

по усмотрению преподавателя по принципу: 0 — нет ответа, 10 — полный ответ. Максимальное количество набранных баллов — 40.

Оценка «Зачтено» ставится, если студент набрал не менее 28 баллов.

При меньшем количестве баллов выставляется оценка «неудовлетворительно».

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 5 стандартных задач, 5 прикладных задач и 1 теоретический вопрос. Принцип оценивания аналогичный оцениванию зачета. Максимальное количество набранных баллов — 40.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 28 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 28 до 31 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 32 до 35 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 36 до 40 баллов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины                       | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|-------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|
| 1     | Общие сведения об устройствах приема и преобразования сигналов | ПК-3                                          | Тест, зачет                      |
| 2     | Входные устройства                                             | ПК-3                                          | Тест, зачет, зачет с оценкой     |
| 3     | Усилители устройств приема и преобразования сигналов           | ПК-3                                          | Тест, зачет, зачет с оценкой     |
| 4     | Преобразователи частоты                                        | ПК-3                                          | Тест, зачет, зачет с оценкой     |
| 5     | Детекторы                                                      | ПК-3                                          | Тест, зачет, зачет с оценкой     |
| 6     | Регулировки в устройствах приема и преобразования сигналов     | ПК-3                                          | Тест, зачет, зачет с оценкой     |
| 7     | Приемники различного назначения                                | ПК-3                                          | Тест, зачет, зачет с оценкой     |
| 8     | Цифровые устройства приема и преобразования сигналов           | ПК-3                                          | Тест, зачет, зачет с оценкой     |
| 9     | Электромагнитные помехи и борьба с ними                        | ПК-3                                          | Тест, зачет, зачет с оценкой     |



### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 10 минут.

Решение стандартных задач осуществляется либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 минут.

Решение прикладных задач осуществляется либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 минут.

Ответ на вопрос осуществляется письменно. Время на задание — 20 минут.

Общее время – 90 минут. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита лабораторной работы осуществляется согласно требованиям, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 5 минут.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература**

1. Никитин Н.П., Лузин В.И. Устройства приема и обработки сигналов. Системы управления приемником. Устройства борьбы с помехами : учебное пособие. –Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. – 88 с. – 978-5-7996-1286-3. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/68497.html> (Дата обращения 25.05.2018).

2. Велигоша А.В. Устройства приема и обработки радиосигналов. Часть 1 : учебное пособие. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014. – 196 с. – 2227-8397. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/63149.html> (Дата обращения 25.05.2018).

3. Велигоша А.В. Устройства приема и обработки радиосигналов. Часть 2: учебное пособие. Курс лекций. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014. – 230 с. – 2227-8397. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/63150.html> (Дата обращения 25.05.2018).

4. Поликарпов Э.Д., Бутенко В.В., Самойлов А.Н. Проектирование устройств приема и обработки сигналов: учебное пособие. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2007. – 191 с.

#### **Дополнительная литература**

1. Румянцев К.Е. Прием и обработка сигналов: учебное пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 528с.

2. Колосовский Е.А. Устройства приема и обработки сигналов: учебное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 456 с.

3. Поликарпов Э.Д. Устройства приема и обработки сигналов: практические занятия: учебное пособие. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2010. – 93 с.

4. Поликарпов Э.Д., Бутенко В.В. Методические указания к лабораторным работам «Входные цепи, усилители высокой и промежуточной частот». – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2013. – 35 с.

5. Поликарпов Э.Д., Бутенко В.В. Методические указания к лабораторным работам «Исследование преобразователя частоты и амплитудного детектора». – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2008. – 33 с.

6. Поликарпов Э.Д. Методические указания к лабораторным работам «Приемники АМ и ЧМ сигналов». – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2017. – 48 с.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer, Электронно-библиотечная система IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru/>), научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/>), GNURadio (<https://www.gnuradio.org/>).

**9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

1. Учебная лаборатория для проведения лабораторных работ по дисциплинам УПиОС и УПиПС:

Исследование входных цепей, усилителя радиочастоты, усилителя промежуточной частоты, преобразователя частоты, детектора. Используемая аппаратура: в/ч генератор АМ– модуляции, частотомер, вольтметр переменного тока, установка приемника) — 4 шт.

Исследование магистральных приемников. Используемая аппаратура: в/ч генератор АМ– модуляции, частотомер, вольтметр переменного тока, приемник Р–399 — 3 шт.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

По дисциплине «Приемопередающая аппаратура узлов связи» читаются лекции, проводятся лабораторные занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные занятия направлены на приобретение практических навыков расчета инженерных систем, исследования характеристик и моделирования основных блоков устройств приема и преобразования сигналов. Методика выполнения работ изложена в учебных пособиях и методических указаниях.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы и задания студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой отчетов по лабораторным работам и опросом по контрольным вопросам. Освоение дисциплины оценивается на зачете и зачете с оценкой.

| Вид учебных занятий                   | Деятельность студента                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекция                                | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, схемы, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, схем и принципов их функционирования с помощью учебников, учебных пособий и справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на лабораторном занятии. |
| Лабораторные занятия                  | Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, инженерный расчет по индивидуальному заданию, моделирование схем, подготовка отчетов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Подготовка к зачету, зачету с оценкой | При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и выполнение заданий на лабораторных занятиях.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

### Лист регистрации изменений

| №<br>п/п | Перечень вносимых изменений | Дата вне-<br>сения из-<br>менений | Подпись заведую-<br>щего кафедрой, от-<br>ветственной за реа-<br>лизацию ОПОП |
|----------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|          |                             |                                   |                                                                               |
|          |                             |                                   |                                                                               |