

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Схемотехника аналоговых электронных устройств**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Микроволновая техника и антенны**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**

Курс: **2**

Семестр: **4**

Учебный план набора 2015 года

**Распределение рабочего времени**

| № | Виды учебной деятельности    | 4 семестр | Всего | Единицы |
|---|------------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                       | 28        | 28    | часов   |
| 2 | Практические занятия         | 28        | 28    | часов   |
| 3 | Лабораторные работы          | 16        | 16    | часов   |
| 4 | Всего аудиторных занятий     | 72        | 72    | часов   |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 16        | 16    | часов   |
| 6 | Самостоятельная работа       | 36        | 36    | часов   |
| 7 | Всего (без экзамена)         | 108       | 108   | часов   |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена  | 36        | 36    | часов   |
| 9 | Общая трудоемкость           | 144       | 144   | часов   |
|   |                              | 4.0       | 4.0   | З.Е     |

Экзамен: 4 семестр

Томск 2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

Профессор каф. РЗИ \_\_\_\_\_ Б. И. Авдоченко

Заведующий обеспечивающей каф.  
РЗИ

\_\_\_\_\_ А. С. Задорин

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ \_\_\_\_\_ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.  
СВЧиКР

\_\_\_\_\_ С. Н. Шарангович

Эксперт:

профессор Кафедра СВЧ и КР, ТУ-  
СУР

\_\_\_\_\_ А. Е. Мандель

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью учебной дисциплины «Схемотехника аналоговых электронных устройств» является: ознакомление студентов с основами схемотехники указанных устройств и методами их анализа; формирование у студентов знаний и умений, достаточных для схемотехнического проектирования усилителей и других радиоэлектронных устройств аналоговой обработки сигналов.

### 1.2. Задачи дисциплины

- Основными задачами изучения дисциплины являются:
- • изучение назначения и характеристик пассивных и активных элементов аналоговых устройств;
- • изучение методов анализа усилительных и других аналоговых устройств, основанных на использовании эквивалентных схем;
- • изучение принципов составления эквивалентных схем;
- • изучение способов построения аналоговых устройств с обратными связями и влияния цепей обратной связи на характеристики этих устройств;
- • изучение принципов построения операционных усилителей и других устройств на их основе;
- • развитие навыков анализа и расчета аналоговых электронных устройств с использованием компьютерной техники.
- 

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Схемотехника аналоговых электронных устройств» (Б1.Б.19) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Радиотехнические цепи и сигналы.

Последующими дисциплинами являются: Радиоавтоматика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;
- ПК-1 способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** • основные научно-технические проблемы и перспективы развития радиотехники и областей ее применения; • элементную базу, основные структуры, схемотехнику, свойства и методы расчета устройств усиления и обработки сигналов; • математический аппарат и численные методы, физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия приборов и устройств радиотехники; • основные принципы и методы расчета, проектирования и конструирования радиотехнических устройств включая этапы схемного проектирования.
- **уметь** • применять методы исследования, проектирования и проведения экспериментальных работ; • применять методы схемотехнического и компьютерного проектирования и исследования аналоговых электронных устройств.
- **владеть** • навыками решения поставленных перед ним задач по построению типовых усилительных звеньев, базовых схемных конфигураций аналоговых интегральных схем, операционных усилителей, устройств линейного и нелинейного функционального преобразования сигналов.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности                     | Всего часов | Семестры  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 4 семестр |
| Аудиторные занятия (всего)                    | 72          | 72        |
| Лекции  | 28          | 28        |
| Практические занятия                          | 28          | 28        |
| Лабораторные работы                           | 16          | 16        |
| Из них в интерактивной форме                  | 16          | 16        |
| Самостоятельная работа (всего)                | 36          | 36        |
| Оформление отчетов по лабораторным работам    | 8           | 8         |
| Проработка лекционного материала              | 11          | 11        |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 17          | 17        |
| Всего (без экзамена)                          | 108         | 108       |
| Подготовка и сдача экзамена                   | 36          | 36        |
| Общая трудоемкость ч                          | 144         | 144       |
| Зачетные Единицы                              | 4.0         | 4.0       |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины  | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|--------|----------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 4 семестр   |        |                      |                     |                        |                            |                         |
| 1 Введение. Качественные характеристики   | 2      | 2                    | 0                   | 3                      | 7                          | ОПК-3                   |
| 2 Статические и динамические характеристики.  | 4      | 4                    | 0                   | 2                      | 10                         | ОПК-3                   |
| 3 Эквивалентная схема транзистора, расчет элементов схемы.                          | 2      | 4                    | 0                   | 3                      | 9                          | ОПК-3                   |
| 4 Искажения в области верхних частот и малых времен, нижних частот и больших времен | 2      | 4                    | 8                   | 7                      | 21                         | ОПК-3                   |
| 5 Схемы каскадов с общим эмиттером, общим коллектором, общей базой                  | 2      | 0                    | 4                   | 3                      | 9                          | ОПК-3                   |
| 6 Температурная стабилизация режимов.   | 4      | 4                    | 0                   | 5                      | 13                         | ОПК-3                   |
| 7 Обратные связи.   | 4      | 4                    | 0                   | 5                      | 13                         | ОПК-3                   |

|   |    |    |    |    |     |             |
|---|----|----|----|----|-----|-------------|
| 8 Типовые узлы АЭУ.   | 2  | 0  | 0  | 1  | 3   | ОПК-3       |
| 9 Операционные усилители.   | 2  | 0  | 4  | 3  | 9   | ОПК-3, ПК-1 |
| 10 Активные фильтры первого и второго порядка.                            | 0  | 4  | 0  | 2  | 6   | ПК-1        |
| 11 Применение операционных усилителей для построения различных устройств. | 2  | 0  | 0  | 1  | 3   | ПК-1        |
| 12 Типовые узлы аналоговых устройств и их применение                      | 2  | 2  | 0  | 1  | 5   | ПК-1        |
| Итого за семестр  | 28 | 28 | 16 | 36 | 108 |             |
| Итого   | 28 | 28 | 16 | 36 | 108 |             |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов   | Содержание разделов дисциплины по лекциям  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| 4 семестр   |  |                 |                         |
| 1 Введение. Качественные характеристики   | Классификация и основные параметры АЭУ   | 2               | ОПК-3                   |
|   | Итого  | 2               |                         |
| 2 Статические и динамические характеристики.  | Схема каскада. Построение нагрузочных прямых. Входное и выходное, положительное и отрицательное напряжение. Выбор рабочей точки. Графо-аналитический расчет характеристик в области СЧ.  | 4               | ОПК-3                   |
|   | Итого  | 4               |                         |
| 3 Эквивалентная схема транзистора, расчет элементов схемы.                          | расчет элементов схемы. Расчет каскада с ОЭ в области СЧ.  | 2               | ОПК-3                   |
|   | Итого  | 2               |                         |
| 4 Искажения в области верхних частот и малых времен, нижних частот и больших времен | Физика искажений и расчет каскада с ОЭ в области верхних частот и малых времен.. Искажения в области нижних частот и больших времен, физика искажений и расчет. НЧ коррекция. Импульсный усилитель, расчет в области малых времен, больших времен. | 2               | ОПК-3                   |
|   | Итого  | 2               |                         |
| 5 Схемы каскадов с общим эмиттером, общим коллектором, общей базой                  | Схемы, физика работы, протекание токов, основные расчетные соотношения, сравнение характеристик. Применение.   | 2               | ОПК-3                   |
|   | Итого  | 2               |                         |

|   |   |    |       |
|---|---|----|-------|
| 6 Температурная стабилизация режимов.                                     | Источники температурной неустойчивости, уход рабочей точки. Схемы термостабилизации, физика работы, расчетные соотношения.  | 4  | ОПК-3 |
|   | Итого   | 4  |       |
| 7 Обратные связи.   | Параллельная и последовательная ООС, влияние на характеристики. Схемы, физика работы, основные расчетные соотношения, сравнение характеристик. Эмиттерный повторитель. Эмиттерная и индуктивная коррекция с помощью частотно-зависимой ОС. Расчет оптимальной АЧХ. Применение ОС. | 4  | ОПК-3 |
|   | Итого   | 4  |       |
| 8 Типовые узлы АЭУ.   | Дифференциальный каскад. Токовое зеркало, схемы снижения потенциалов, генераторы тока и напряжения  | 2  | ОПК-3 |
|   | Итого   | 2  |       |
| 9 Операционные усилители.   | Идеализированные ОУ. Диаграмма Боде. Шумы ОУ. Температурная неустойчивость. Типовая схемотехника ОУ. Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Расчет характеристик. Компараторы.  | 2  | ПК-1  |
| 11 Применение операционных усилителей для построения различных устройств. | Итого   | 2  | ПК-1  |
|   | Фильтры НЧ, ВЧ, ПФ, РФ. Схемы, работа. Расчет характеристик. Мост Вина.   | 2  |       |
|   | Итого   | 2  |       |
| 12 Типовые узлы аналоговых устройств и их применение                      | Схемы перемножения. Балансные модуляторы. логарифмические и антилогарифмические усилители...  | 2  | ПК-1  |
|   | Итого   | 2  |       |
| Итого за семестр  |   | 28 |       |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин            | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|                                   | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Предшествующие дисциплины         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 1 Радиотехнические цепи и сигналы |   |   |   | + |   | + | + | + |   |    | +  |    |
| Последующие дисциплины            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |

|                   |   |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|--|--|--|--|--|---|---|---|---|---|
| 1 Радиоавтоматика | + |  |  |  |  |  | + | + | + | + | + |
|-------------------|---|--|--|--|--|--|---|---|---|---|---|

#### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий |                      |                     |                        | Формы контроля  |
|-------------|--------------|----------------------|---------------------|------------------------|---|
|             | Лекции       | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа |   |
| ОПК-3       | +            | +                    | +                   | +                      | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа |
| ПК-1        | +            | +                    |                     | +                      | Контрольная работа, Опрос на занятиях   |

#### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы                  | Интерактивные практические занятия | Интерактивные лабораторные занятия | Интерактивные лекции | Всего |
|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|-------|
| 4 семестр               |                                    |                                    |                      |       |
| Исследовательский метод | 2                                  |                                    | 2                    | 4     |
| Мозговой штурм          |                                    |                                    |                      | 0     |
| Мозговой штурм          | 4                                  | 4                                  | 4                    | 12    |
| Итого за семестр:       | 6                                  | 4                                  | 6                    | 16    |
| Итого                   | 6                                  | 4                                  | 6                    | 16    |

#### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов             | Наименование лабораторных работ | Трудоёмкость, ч | Формируемые компетенции |
|-------------------------------|---------------------------------|-----------------|-------------------------|
| 4 семестр                     |                                 |                 |                         |
| 4 Искажения в области верхних | Каскад с общим эмиттером        | 4               | ОПК-3                   |

|  |  |    |       |
|--|--|----|-------|
| частот и малых времен, нижних частот и больших времен              | Низкочастотная коррекция коллекторным фильтром | 4  |       |
|  | Итого  | 8  |       |
| 5 Схемы каскадов с общим эмиттером, общим коллектором, общей базой | Три схемы включения транзистора                | 4  | ОПК-3 |
|  | Итого  | 4  |       |
| 9 Операционные усилители.  | Усилитель низкой частоты на ИМС                | 4  | ОПК-3 |
|  | Итого  | 4  |       |
| Итого за семестр   |  | 16 |       |

### 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов   | Наименование практических занятий (семинаров)   | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| 4 семестр   |   |                 |                         |
| 1 Введение. Качественные характеристики   | Основные параметры и характеристики усилителей. Решение задач   | 2               | ОПК-3                   |
|   | Итого   | 2               |                         |
| 2 Статические и динамические характеристики.  | Схема каскада. Построение нагрузочных прямых. Входное и выходное, положительное и отрицательное напряжение. Выбор рабочей точки. Графоаналитический расчет характеристик в области СЧ | 4               | ОПК-3                   |
|   | Итого   | 4               |                         |
| 3 Эквивалентная схема транзистора, расчет элементов схемы.                          | Расчет каскада по эквивалентной схеме.  | 4               | ОПК-3                   |
|   | Итого   | 4               |                         |
| 4 Искажения в области верхних частот и малых времен, нижних частот и больших времен | Расчет каскада с ОЭ в области ВЧ и НЧ. НЧ коррекция. Импульсный усилитель, расчет в области малых времен, больших времен.   | 4               | ОПК-3                   |
|   | Итого   | 4               |                         |
| 6 Температурная стабилизация режимов.   | Источники температурной неустойчивости, уход рабочей точки. Схемы термостабилизации, физика работы, расчетные соотношения.  | 4               | ОПК-3                   |
|   | Итого   | 4               |                         |
| 7 Обратные связи.   | Параллельная и последовательная ООС, влияние на характеристики. Схемы, физика работы, основные расчетные соотношения, сравнение характеристик. Эмиттерный повторитель.                | 4               | ОПК-3                   |



|  |   |    |      |
|--|---|----|------|
|  | Эмиттерная и индуктивная коррекция с помощью частотно-зависимой ОС. Расчет оптимальной АЧХ. |    |      |
|  | Итого   | 4  |      |
| 10 Активные фильтры первого и второго порядка.       | ФВЧ, ФНЧ, ПФ, РФ. Схемы, работа. Расчет характеристик. Диаграмма Боде. Мост Вина            | 4  | ПК-1 |
|  | Итого   | 4  |      |
| 12 Типовые узлы аналоговых устройств и их применение | Перемножители сигналов.   | 2  | ПК-1 |
|  | Итого   | 2  |      |
| Итого за семестр                                     |   | 28 |      |

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов   | Виды самостоятельной работы                   | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля  |
|---|---|-----------------|-------------------------|---|
| 4 семестр   |   |                 |                         |   |
| 1 Введение. Качественные характеристики   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2               | ОПК-3                   | Опрос на занятиях   |
|   | Проработка лекционного материала              | 1               |                         |   |
|   | Итого   | 3               |                         |   |
| 2 Статические и динамические характеристики.  | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1               | ОПК-3                   | Расчетная работа  |
|   | Проработка лекционного материала              | 1               |                         |   |
|   | Итого   | 2               |                         |   |
| 3 Эквивалентная схема транзистора, расчет элементов схемы.                          | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2               | ОПК-3                   | Контрольная работа, Опрос на занятиях                               |
|   | Проработка лекционного материала              | 1               |                         |   |
|   | Итого   | 3               |                         |   |
| 4 Искажения в области верхних частот и малых времен, нижних частот и больших времен | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2               | ОПК-3                   | Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
|   | Проработка лекционного материала              | 1               |                         |   |
|   | Оформление отчетов по                         | 2               |                         |   |

|   |   |    |                |   |
|---|---|----|----------------|---|
|   | лабораторным работам                          |    |                |   |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 2  |                |   |
|   | Итого   | 7  |                |   |
| 5 Схемы каскадов с общим эмиттером, общим коллектором, общей базой        | Проработка лекционного материала              | 1  | ОПК-3          | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 2  |                |   |
|   | Итого   | 3  |                |   |
| 6 Температурная стабилизация режимов.                                     | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4  | ОПК-3          | Опрос на занятиях                               |
|   | Проработка лекционного материала              | 1  |                |   |
|   | Итого   | 5  |                |   |
| 7 Обратные связи.   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4  | ОПК-3          | Контрольная работа                              |
|   | Проработка лекционного материала              | 1  |                |   |
|   | Итого   | 5  |                |   |
| 8 Типовые узлы АЭУ.   | Проработка лекционного материала              | 1  | ОПК-3          | Опрос на занятиях                               |
|   | Итого   | 1  |                |   |
| 9 Операционные усилители.   | Проработка лекционного материала              | 1  | ПК-1,<br>ОПК-3 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 2  |                |   |
|   | Итого   | 3  |                |   |
| 10 Активные фильтры первого и второго порядка.                            | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2  | ПК-1           | Контрольная работа                              |
|   | Итого   | 2  |                |   |
| 11 Применение операционных усилителей для построения различных устройств. | Проработка лекционного материала              | 1  | ПК-1           | Опрос на занятиях                               |
|   | Итого   | 1  |                |   |
| 12 Типовые узлы аналоговых устройств и их применение                      | Проработка лекционного материала              | 1  | ПК-1           | Опрос на занятиях                               |
|   | Итого   | 1  |                |   |
| Итого за семестр  |   | 36 |                |   |
|   | Подготовка и сдача экзамена                   | 36 |                | Экзамен   |

|       |    |  |  |
|-------|----|--|--|
| Итого | 72 |  |  |
|-------|----|--|--|

### 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|-------------------------------|--|---|---|------------------|
| 4 семестр                     |  |   |   |                  |
| Контрольная работа            | 5  | 10  | 5   | 20               |
| Опрос на занятиях             | 10   | 5   | 5   | 20               |
| Отчет по лабораторной работе  |  | 10  | 10  | 20               |
| Расчетная работа              | 10   |   |   | 10               |
| Итого максимум за период      | 25   | 25  | 20  | 70               |
| Экзамен                       |  |   |   | 30               |
| Нарастающим итогом            | 25   | 50  | 70  | 100              |

#### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки                       | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ         | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4      |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3      |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ         | 2      |

#### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС)                         | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS)           |
|--------------------------------------|--|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено)                | 90 - 100   | A (отлично)             |
| 4 (хорошо) (зачтено)                 | 85 - 89  | B (очень хорошо)        |
|                                      | 75 - 84  | C (хорошо)              |
|                                      | 70 - 74  | D (удовлетворительно)   |
| 65 - 69                              |  |                         |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)      | 60 - 64  | E (посредственно)       |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов   | F (неудовлетворительно) |

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **12.1. Основная литература**

1. Схемотехника. Часть 3: Учебное пособие / Озеркин Д. В. - 2012. 154 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1205>, дата обращения: 25.04.2017.

2. Павлов, Владимир Николаевич. Схемотехника аналоговых электронных устройств: учебное пособие для вузов / В. Н. Павлов. - М. : Академия, 2008. - 287, [1] с. : ил., табл. - (Высшее профессиональное образование. Радиотехника) - Библиогр: - ISBN 978-5-7695-2702-9 : . (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Схемотехника сверхширокополосных и полосовых усилителей мощности: Учебное пособие / Титов А. А. - 2007. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/743>, дата обращения: 25.04.2017.

2. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебное пособие / Красько А. С. - 2006. 180 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/938>, дата обращения: 25.04.2017.

### **12.3 Учебно-методические пособия**

#### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебно-методическое пособие / Шарыгина Л. И. - 2012. 87 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/755>, дата обращения: 25.04.2017.

2. Сборник задач по основам радиотехники: Учебно-методическое пособие / Титов А. А. - 2007. 88 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/948>, дата обращения: 25.04.2017.

3. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Лабораторный практикум / Шарыгина Л. И. - 2012. 63 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/754>, дата обращения: 25.04.2017.

4. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Методические указания к самостоятельной работе / Авдоченко Б. И. - 2016. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6393>, дата обращения: 25.04.2017.

#### **12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

##### **Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

##### **Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

##### **Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение**

1. Программное обеспечение ПК в учебных аудиториях 407, 412 кафедры РЗИ

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения лекционных занятий используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 60, оборудованная маркерной доской и проектором для презентаций по лек-

ционными разделам дисциплины. (ауд. 418 РК)

### **13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий**

Для проведения практических занятий используется учебная аудитория с количеством посадочных мест 30, оборудованная маркерной доской, стандартной учебной мебелью, плазменным экраном и 12 компьютерами INTEL, объединенных в ЛВС кафедры с выходом в Интернет (ауд.407 РК).

### **13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ**

Для проведения лабораторных занятий используется учебная лаборатория, оборудованная 6 лабораторными установками для проведения 5 параллельных лабораторных работ по курсу, маркерной доской, плазменным экраном и 12 компьютерами INTEL, объединенных в ЛВС кафедры с выходом в Интернет (ауд. 407 РК).

### **13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 126. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

## **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## **14. Фонд оценочных средств**

### **14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации**

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

### **14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

| Категории студентов | Виды дополнительных оценочных средств  | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---------------------|--|--|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка          |
| С нарушениями       | Собеседование по вопросам к зачету,  | Преимущественно устная проверка              |

| зрения  | опрос по терминам   | (индивидуально)  |
|---|---|--|
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата   | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами  |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы         | Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

#### **14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Схемотехника аналоговых электронных устройств**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Микроволновая техника и антенны**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**

Курс: **2**

Семестр: **4**

Учебный план набора 2015 года

Разработчик:

– Профессор каф. РЗИ Б. И. Авдоченко

Экзамен: 4 семестр

Томск 2017

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код   | Формулировка компетенции  | Этапы формирования компетенций   |
|-------|---|--|
| ПК-1  | способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ | Должен знать • основные научно-технические проблемы и перспективы развития радиотехники и областей ее применения; • элементную базу, основные структуры, схмотехнику, свойства и методы расчета устройств усиления и обработки сигналов; • математический аппарат и численные методы, физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия приборов и устройств радиоэлектроники; • основные принципы и методы расчета, проектирования и конструирования радиотехнических устройств включая этапы схемного проектирования. ;<br>Должен уметь • применять методы исследования, проектирования и проведения экспериментальных работ; • применять методы схмотехнического и компьютерного проектирования и исследования аналоговых электронных устройств. ;<br>Должен владеть • навыками решения поставленных перед ним задач по построению типовых усилительных звеньев, базовых схемных конфигураций аналоговых интегральных схем, операционных усилителей, устройств линейного и нелинейного функционального преобразования сигналов. ; |
| ОПК-3 | способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей  |  |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии     | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|---------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый)          | Знает факты, принципы,  | Обладает диапазоном   | Берет ответственность за   |



|                                       |  |  |   |
|---------------------------------------|--|--|---|
| уровень)                              | процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями                    | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач                   | Работает при прямом наблюдении  |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать  | Уметь  | Владеть   |
|----------------------------------|--|--|---|
| Содержание этапов                | общенаучные понятия и категории, закономерности развития природы, экономики;   | воспринимать, обобщать и анализировать информацию для постановки цели и выбору путей ее достижения;  | культурой мышления и навыками обобщения и анализа информации для постановки задачи  |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Экзамен;</li> </ul>  |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                    | Знать   | Уметь  | Владеть  |
|---------------------------|---|--|--|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно общенаучные понятия и категории, закономерности развития природы, экономики;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно воспринимать, обобщать и анализировать информацию для постановки цели и выбору путей ее достижения;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно владеет культурой мышления и навыками обобщения и анализа информации для постановки задачи;</li> </ul> |

|                                       |   |  |   |
|---------------------------------------|---|--|---|
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• корректно общенаучные понятия и категории, закономерности развития природы, экономики;</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• корректно воспринимать, обобщать и анализировать информацию для постановки цели и выбору путей ее достижения;</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• корректно владеет культурой мышления и навыками обобщения и анализа информации для постановки задачи;</li> </ul> |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• способен знать общенаучные понятия и категории, закономерности развития природы, экономики;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• способен уметь воспринимать, обобщать и анализировать информацию для постановки цели и выбору путей ее достижения;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• способен владеть культурой мышления и навыками обобщения и анализа информации для постановки задачи;</li> </ul>  |

## 2.2 Компетенция ОПК-3

ОПК-3: способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать  | Уметь  | Владеть   |
|----------------------------------|--|--|---|
| Содержание этапов                | основные методы расчета характеристик аналоговых электронных устройств схемотехники  | применять методы экспериментального исследования аналоговых электронных устройств схемотехники   | методами проектирования аналоговых электронных устройств схемотехники   |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                    | Знать   | Уметь  | Владеть   |
|---------------------------|---|--|---|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно основные</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно применять</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно методами</li> </ul> |

|                                       |  |   |   |
|---------------------------------------|--|---|---|
|                                       | методы обеспечения основных характеристик аналоговых электронных устройств, принципы построения основных устройств схемотехники;;  | методы обеспечения основных характеристик аналоговых электронных устройствсхемотехники;;  | проектирования аналоговых электронных устройств схемотехники;;  |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>уверенно основные методы обеспечения основных характеристик аналоговых электронных устройств, принципы построения основных устройств схемотехники;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>корректно применять методы экспериментального исследования основных характеристик аналоговых электронных устройств схемотехники;;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>уверенно методами проектирования аналоговых электронных устройств схемотехники; ;</li> </ul> |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>способен ориентироваться в основных характеристиках аналоговых электронных устройств, принципах построения основных устройств схемотехники;</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>способен ориентироваться в методах обеспечения основных характеристик аналоговых электронных устройств схемотехники;;</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>способен ориентироваться в аналоговых электронных устройствах схемотехники;;</li> </ul>      |

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

#### 3.1 Темы опросов на занятиях

- Классификация и основные параметры АЭУ
- расчет элементов схемы. Расчет каскада с ОЭ в области СЧ.
- Физика искажений и расчет каскада с ОЭ в области верхних частот и малых времен.. Искажения в области нижних частот и больших времен, физика искажений и расчет. НЧ коррекция. Импульсный усилитель, расчет в области малых времен, больших времен.
- Схемы, физика работы, протекание токов, основные расчетные соотношения, сравнение характеристик. Применение.
  - Источники температурной нестабильности, уход рабочей точки. Схемы термостабилизации, физика работы, расчетные соотношения.
  - Параллельная и последовательная ООС, влияние на характеристики. Схемы, физика работы, основные расчетные соотношения, сравнение характеристик. Эмиттерный повторитель. Эмиттерная и индуктивная коррекция с помощью частотно-зависимой ОС. Расчет оптимальной АЧХ. Применение ОС.
  - Дифференциальный каскад. Токовое зеркало, схемы снижения потенциалов, генераторы тока и напряжения
  - Идеализированные ОУ. Диаграмма Боде. Шумы ОУ. Температурная нестабильность. Типовая схемотехника ОУ. Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Расчет характеристик. Компараторы.
  - Фильтры НЧ, ВЧ, ПФ, РФ. Схемы, работа. Расчет характеристик.
  - Мост Вина.
  - Схемы перемножения. Балансные модуляторы. логарифмические и антилогарифмические усилители...

### 3.2 Темы контрольных работ

- Графоаналитический расчет характеристик АЭУ
- Расчет каскада по эквивалентной схеме
- Расчет каскада с обратной связью
- Фильтры первого и второго порядка на операционных усилителях

### 3.3 Экзаменационные вопросы

- 1. Вольт-амперные характеристики транзистора. Рабочая область.
- 2. Построение нагрузочных прямых по постоянному и переменному токам.
- 3. Выбор положения рабочей точки по ВАХ для гармонического сигнала. Уровни выходного сигнала.
- 4. Выбор положения рабочей точки по ВАХ для импульсного сигнала. Скважность и ее влияние на положение РТ.
- 5. Расчет основных параметров каскада с ОЭ в режиме большого сигнала
- 6. Схема каскада с ОЭ и назначение элементов
- 7. Модель биполярного транзистора, определение элементов модели
- 8. Выбор рабочей точки в режиме малого сигнала.
- 9. Расчет каскада с ОЭ в области средних частот по эквивалентной схеме, основные расчетные соотношения.
- 10. Расчет каскада с ОЭ в области верхних частот, основные расчетные соотношения.
- 11. Расчет каскада с ОЭ в области нижних частот, основные расчетные соотношения.
- 12. Высокочастотная индуктивная коррекция. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.
- 13. Низкочастотная коррекция. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.
- 14. Расчет каскада с ОЭ в области малых времен, основные расчетные соотношения.
- 15. Расчет каскада с ОЭ в области больших времен, основные расчетные соотношения.
- 16. Температурная стабилизация режимов. Источники температурной неустойчивости, уход рабочей точки.
- 17. Схема термостабилизации фиксированным током базы. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.
- 18. Схема коллекторной термостабилизации. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.
- 19. Схема эмиттерной термостабилизации. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.
- 20. Обратные связи. Классификация и влияние на характеристики.
- 21. Последовательная отрицательная обратная связь по току. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения. Влияние на характеристики
- 22. Параллельная отрицательная обратная связь по напряжению. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения. Влияние на характеристики
- 23. Эмиттерная высокочастотная коррекция. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.
- 24. Паразитные обратные связи в многокаскадных усилителях. Схема, причина возникновения, основные расчетные соотношения.
- 25. Типовые узлы АЭУ. Составные транзисторы. Схемы, принцип работы, основные расчетные соотношения.
- 26. Дифференциальный усилитель. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.
- 27. Использование токового зеркала, источников тока, источников напряжения в дифференциальных усилителях. Схемы, принцип работы.
- 28. Выходные каскады аналоговых устройств. Основные режимы работы. Выбор рабочей точки, КПД, применение.

- 29. Выходные каскады аналоговых устройств. Двухтактные выходные каскады.
- 30. Выходные каскады аналоговых устройств. Бустеры тока и напряжения.
- 31. Выходные каскады аналоговых устройств. Мостовые усилители.
- 32. Выходные каскады аналоговых устройств. Оценка нелинейных искажений.
- 33. Операционные усилители. Типовая схема, назначение элементов, работа
- 34. Операционные усилители. Основные параметры и характеристики
- 35. Операционные усилители. Температурная нестабильность, сдвиг ЭДС смещения нуля, влияние разности входных токов.
- 36. Операционные усилители. Методы компенсации дрейфа нуля.
- 37. Операционные усилители. Шумы в ОУ.
- 38. Инвертирующий и неинвертирующий усилители на операционных усилителях
- 39. Аналоговый интегратор на ОУ
- 40. Устройства выбора и запоминания на ОУ
- 41. Пиковые детекторы на ОУ
- 42. Устройства перемножения сигналов. Схемы, основные расчетные соотношения.
- 43. Активные фильтры первого порядка. Схемы, основные расчетные соотношения.
- 44. Активные фильтры второго порядка.
- 45. Мостовые активные фильтры
- 46. Активные фильтры. Мост Вина.
- 47. Логарифмический и антилогарифмический усилители.
- 48. Схемы сравнения напряжений. Компараторы. Триггер Шмидта.
- 49. Преобразователи тока в напряжение и напряжения в ток на ОУ
- 50. Частотные характеристики фильтров Чебышева, Баттерворта и Бесселя

### 3.4 Темы расчетных работ

- 
- Исходные данные для расчета:
  - 1. Сопротивление нагрузки  $R_n = 100 \text{ Ом}$ ;
  - 2. Максимальная амплитуда выходного напряжения (амплитудное значение)  $3\text{В}$
  - Провести графический расчет усилителя.
  - • Выбрать рабочую точку, обеспечивающую максимальный уровень выходного напряжения.
  - • Определить напряжение питания.
  - • Построить нагрузочные прямые по постоянному и переменному токам.
  - • Определить крутизну, статический коэффициент передачи тока базы транзистора, коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление усилителя.
- Задание 1 2 3 4 Вариант
- $U_{\text{вых}}, \text{В}$  2 2,5 3 4 х
- $R_n, \text{Ом}$  60 70 80 100 1
- $R_n, \text{Ом}$  80 90 100 120 2
- $R_n, \text{Ом}$  100 110 120 140 3
- $R_n, \text{Ом}$  120 120 140 150 4
- Расчет каскада по эквивалентной схеме
- 1. Выбор рабочей точки
- 2. Выбор транзистора и расчет его параметров (усреднение параметров, ток, напряжение, мощность,  $f_T$ , таблица)
- 3. Расчет каскада в области СЧ (коэф усиления)
- 4. Расчет каскада в области ВЧ
- 5. Расчет каскада в области НЧ
- 6. Построение результирующей характеристики
-

– Задание №3  
– Схема усилительного каскада приведена на рисунке 1. Рассчитать основные характеристики каскада: выходное напряжение, коэффициент усиления, верхнюю и нижнюю граничные частоты.

–

– Рисунок 1. Схема усилительного каскада.

– Основные элементы схемы:

–  $R_1=1,5\text{кОм}$ ;  $R_2=340\text{ Ом}$ ;  $R_k=100\text{ Ом}$ ;  $R_э=20\text{ Ом}$ ;  $R_H=100\text{ Ом}$ ;  $R_{г}=1\text{кОм}$ .

–  $C_1=C_2=C_3=C_4=1\text{ мкФ}$ ;  $E_{п}=10\text{ В}$ .

– Транзистор VT типа КТ315 с параметрами:  $f_T=250\text{МГц}$ ,  $H_{21}=120$ ,  $r_{б}=100\text{ Ом}$ ,  $C_{к}=7\text{ пф}$ .

– Выбрать режим работы  $I_{к0}$ ,  $U_{к0}$ , напряжение источника питания, необходимое для обеспечения заданного режима. Рассчитать значения элементов усилителя ( $R_k$ ,  $R_э$ ,  $C_1=C_2=C_3=C_4$ ) и определить значения коэффициента усиления и верхнюю граничную частоту.

–

– Рисунок 1. Схема усилительного каскада

–

– Параметры транзистора:  $f_T=250\text{МГц}$ ,  $H_{21}=100$ ,  $r_{б}=100\text{ Ом}$ ,  $C_{к}=7\text{ пф}$ .

–

– Варианты задания

– 1. Амплитуда выходного напряжения см. таблицу

– 2. Нагрузка см. таблицу

– 3. Нижняя граничная частота 10 кГц

–

– № задания 1 2 3 4 5

–  $U_{\text{вых}}$ , в 3 4 5 6 7

– 1

–  $R_H$ , Ом 100 150 250 350 350

– 2 150 200 300 400 400

– 3 200 250 350 450 450

– 4 250 300 400 500 500

– 5 300 350 450 550 550

– 6 350 400 500 600 600

– Расчет резонансного усилителя на мосте Вина

–

– схема усилителя

–

– Спроектировать резонансный усилитель на частоту  $f_0=100\text{ кГц}$  и добротностью  $Q>100$ :

– • Выбрать операционный усилитель из базы Multisim;

– • Рассчитать элементы фильтра;

– • Собрать рассчитанный усилитель в Multisim;

– • Результаты моделирования ( $K_0$ ,  $f_H$ ,  $f_B$ , и  $Q$  в виде текста) и схему спроектированного усилителя записать в папку Р/Авдоченко/Схемотехника 143/ гр.143-х под названием Итог ОУ, ФИО

### 3.5 Темы лабораторных работ

– Каскад с общим эмиттером

– Три схемы включения транзистора

– Низкочастотная коррекция коллекторным фильтром

– Усилитель низкой частоты на ИМС

### 4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

#### **4.1. Основная литература**

1. Схемотехника. Часть 3: Учебное пособие / Озеркин Д. В. - 2012. 154 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1205>, свободный.
2. Павлов, Владимир Николаевич. Схемотехника аналоговых электронных устройств: учебное пособие для вузов / В. Н. Павлов. - М. : Академия, 2008. - 287, [1] с. : ил., табл. - (Высшее профессиональное образование. Радиотехника) - Библиогр. - ISBN 978-5-7695-2702-9 : . (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)

#### **4.2. Дополнительная литература**

1. Схемотехника сверхширокополосных и полосовых усилителей мощности: Учебное пособие / Титов А. А. - 2007. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/743>, свободный.
2. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебное пособие / Красько А. С. - 2006. 180 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/938>, свободный.

#### **4.3. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебно-методическое пособие / Шарыгина Л. И. - 2012. 87 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/755>, свободный.
2. Сборник задач по основам радиотехники: Учебно-методическое пособие / Титов А. А. - 2007. 88 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/948>, свободный.
3. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Лабораторный практикум / Шарыгина Л. И. - 2012. 63 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/754>, свободный.
4. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Методические указания к самостоятельной работе / Авдоченко Б. И. - 2016. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6393>, свободный.

#### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. Программное обеспечение ПК в учебных аудиториях 407, 412 кафедры РЗИ