

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): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **2**

Семестр: **4**

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 4 семестр | Всего | Единицы |
|---|-----------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции | 32 | 32 | часов |
| 2 | Практические занятия | 28 | 28 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 16 | 16 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 76 | 76 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 32 | 32 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 8 | 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 2015-03-06 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Профессор каф. РЗИ _____ Авдоченко Б. И.

Заведующий обеспечивающей каф.
РЗИ

_____ Задорин А. С.

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

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф.
ТОР

_____ Демидов А. Я.

Эксперты:

профессор Кафедра СВЧ и КР,
ТУСУР

_____ Мандель А. Е.

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.В.ОД.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Основы теории цепей.

Последующими дисциплинами являются: Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства, 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 радиоэлектроники; • 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) | 76 | 76 |
| Лекции | 32 | 32 |
| Практические занятия | 28 | 28 |
| Лабораторные работы | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа (всего) | 32 | 32 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | 8 |
| Проработка лекционного материала | 11 | 11 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 13 | 13 |
| 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 | 3 | 11 | ОПК-3 |
| 7 Обратные связи. | 4 | 4 | 0 | 3 | 11 | 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. | 4 | 0 | 0 | 1 | 5 | ПК-1 |
| 12 Типовые узлы аналоговых устройств и их применение | 4 | 2 | 0 | 1 | 7 | ПК-1 |
| Итого за семестр | 32 | 28 | 16 | 32 | 108 | |
| Итого | 32 | 28 | 16 | 32 | 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. Графоаналитический 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 нестабильности, 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 нестабильность. Типовая схемотехника ОУ. Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Расчет характеристик. Компараторы. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 11 Применение операционных усилителей для построения различных устройств. | Фильтры НЧ, ВЧ, ПФ, РФ. Схемы, работа. Расчет характеристик. Мост Вина. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 12 Типовые узлы аналоговых устройств и их применение | Схемы перемножения. Балансные модуляторы. логарифмические и антилогарифмические усилители... | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 32 | |

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 Основы теории цепей | | + | | | + | | | + | | + | | |

| Последующие дисциплины | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|---|
| 1 Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства | | | | | | | | | | | | + |
| 2 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

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| 4 семестр | | | |
| 4 Искажения в области верхних частот и малых времен, нижних частот и больших времен | Каскад с общим эмиттером | 4 | ОПК-3 |
| | 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. Эмиттерная и индуктивная коррекция с помощью частотно-зависимой ОС. Расчет оптимальной АЧХ. | 4 | ОПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 10 Активные фильтры первого и второго порядка. | ФВЧ, ФНЧ, ПФ, РФ. Схемы, работа. Расчет характеристик. Диаграмма | 4 | ПК-1 |

| | | | |
|--|-------------------------|----|------|
| | Боде. Мост Вина | | |
| | 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 лабораторным работам | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 7 | | |
| 5 Схемы каскадов с общим эмиттером, | Проработка лекционного материала | 1 | ОПК-3 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной |

| | | | | |
|---|---|----|-------------|---|
| общим коллектором, общей базой | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | работе |
| | Итого | 3 | | |
| 6 Температурная стабилизация режимов. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-3 | Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 3 | | |
| 7 Обратные связи. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-3 | Контрольная работа |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 3 | | |
| 8 Типовые узлы АЭУ. | Проработка лекционного материала | 1 | ОПК-3 | Опрос на занятиях |
| | Итого | 1 | | |
| 9 Операционные усилители. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-1, 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 | | 32 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 68 | | |

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: 11.02.2017.

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. Красько А.С. Аналоговые электронные устройства: Учебное пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2000. – 196 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 24 экз.)

2. 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: 11.02.2017.

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Методические указания к самостоятельной работе / Авдоченко Б. И. - 2016. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/6393>, дата обращения: 11.02.2017.

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: 11.02.2017.

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: 11.02.2017.

4. 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: 11.02.2017.

5. Аудиотехника: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе / Семенов Э. В. - 2012. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1690>, дата обращения: 11.02.2017.

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 лекционным 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 зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (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): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **2**

Семестр: **4**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

– Профессор каф. РЗИ Авдоченко Б. И.

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 |
|-------|---|--|
| ОПК-3 | способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей | 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 радиоэлектроники; • основные принципы и методы расчета, проектирования и конструирования радиотехнических устройств включая этапы схемного проектирования. ; Должен уметь • применять методы исследования, проектирования и проведения экспериментальных работ; • применять методы схемотехнического и компьютерного проектирования и исследования аналоговых электронных устройств. ; 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. ; |
| ПК-1 | способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ | |

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 | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |

| | | | |
|---------------------------------------|---|--|--|
| | применимости | проблем | |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за 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 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 3.

Таблица 3 – 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"> • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Расчетная работа; • Экзамен; |

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"> • свободно основные методы обеспечения основных характеристик аналоговых электронных устройств, | <ul style="list-style-type: none"> • свободно применять методы обеспечения основных характеристик аналоговых электронных | <ul style="list-style-type: none"> • свободно методами проектирования аналоговых электронных устройств схемотехники;; |

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

2.2 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 5.

Таблица 5 – 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"> Практические занятия; Лабораторные работы; Лекции; Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> Практические занятия; Лабораторные работы; Лекции; Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> Лабораторные работы; Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> Контрольная работа; Опрос на занятиях; Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> Контрольная работа; Опрос на занятиях; Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> Экзамен; |

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

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 схмотехника 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 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

3.3 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

3.4 Темы расчетных работ

– Исходные данные для расчета: 1. Сопротивление нагрузки $R_n = 100 \text{ Ом}$; 2. Максимальная амплитуда выходного напряжения (амплитудное значение) $3V$ 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 $U_{вых}, V$ 2 2,5 3 4 $x R_n, \text{ Ом}$ 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: $R_1 = 1,5 \text{ кОм}$; $R_2 = 340 \text{ Ом}$; $R_k = 100 \text{ Ом}$; $R_э = 20 \text{ Ом}$; $R_n = 100 \text{ Ом}$; $R_r = 1 \text{ кОм}$. $C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = 1 \text{ мкФ}$; $E_p = 10 \text{ В}$. Транзистор VT типа КТ315 с параметрами: $f_T = 250 \text{ МГц}$, $H_{21} = 120$, $r_b = 100 \text{ Ом}$, $C_k = 7 \text{ пф}$.

– 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: $f_T = 250 \text{ МГц}$, $H_{21} = 100$, $r_b = 100 \text{ Ом}$, $C_k = 7 \text{ пф}$. Варианты задания 1. Амплитуда выходного напряжения см. таблицу 2. Нагрузка см. таблицу 3. Нижняя граничная частота 10 кГц № задания 1 2 3 4 5 $U_{вых}, \text{ в}$ 3 4 5 6 7 1 $R_n, \text{ Ом}$ 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_n , f_v , 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. Красько А.С. Аналоговые электронные устройства: Учебное пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2000. – 196 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 24 экз.)
2. 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.

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Методические указания к самостоятельной работе / Авдоченко Б. И. - 2016. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/6393>, 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: Учебно-методическое пособие / Шарыгина Л. И. - 2012. 87 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/755>, свободный.
5. Аудиотехника: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе / Семенов Э. В. - 2012. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1690>, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

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