**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«18» _____12_____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# СХЕМОТЕХНИКА

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра радиотехнических систем (РТС)**
Курс: **2, 3**
Семестр: **4, 5**
Учебный план набора 2020 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 4 семестр | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 54 | | 54 | часов |
| Практические занятия | 36 | | 36 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | | 16 | часов |
| Курсовой проект | | 18 | 18 | часов |
| Самостоятельная работа | 38 | 54 | 92 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 180 | 72 | 252 | часов |
| | 5 | 2 | 7 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 4 |
| Курсовой проект | 5 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.12.2019
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 57461

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. ознакомление студентов с основами схемотехники аналоговых устройств и методами их анализа, а также формирование у студентов знаний и умений, позволяющих осуществлять схемотехническое проектирование радиоэлектронных устройств, обеспечивающих усиление и аналоговую обработку сигналов. Эти знания и умения имеют не только самостоятельное значение, но и являются базой для освоения других инженерных дисциплин.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение принципов построения, функциональных и принципиальных схем аналоговых электронных устройств.
2. Приобретение навыков анализа, синтеза и математического моделирования аналоговых электронных устройств.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль специальности.
Индекс дисциплины: Б1.О.03.09.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 57461

| | | |
|---|---|---|
| ОПК-3. Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий | ОПК-3.1. Знает методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования | Знает схемы и принципы работы основных аналоговых устройств, в том числе с применением операционных усилителей; схемы стабилизации режима активных элементов; назначение элементов схем аналоговых устройств и влияние изменения их параметров на основные показатели аналоговых устройств; |
| | ОПК-3.2. Умеет анализировать, моделировать и прогнозировать поведение радиоэлектронных систем и комплексов | Умеет формировать цепи обратной связи с целью улучшения качественных показателей проектируемых устройств и получения заданных характеристик; обеспечивать устойчивость работы схем с обратными связями; |
| | ОПК-3.3. Владеет навыками работы на современном измерительном и диагностическом оборудовании | Владеет навыками анализа и синтеза схем, понимая принцип их работы |

Согласована на портале № 57461

| | | |
|---|---|---|
| ОПК-5. Способен выполнять опытно-конструкторские работы с учетом требований нормативных документов в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий | ОПК-5.1. Знает основные методы проектирования, исследования и эксплуатации специальных радиотехнических систем | Знает принципы построения цепей обратной связи и их влияние на основные показатели и стабильность параметров аналоговых электронных устройств, построенных на базе усилителей, в которых используется обратная связь; |
| | ОПК-5.2. Умеет решать проектно-конструкторские задачи в области профессиональной деятельности с учетом требований нормативных документов | Умеет осуществлять схемотехническое проектирование усилительных и других аналоговых устройств, в том числе построенных на базе операционных усилителей; выполнять расчеты с выбором параметров и режимов работы разрабатываемых устройств; применять современную вычислительную технику при анализе и проектировании аналоговых электронных устройств; применять методы анализа усилительных и других аналоговых устройств, основанные на использовании эквивалентных схем; уметь составлять эти схемы на базе принципиальных схем. |
| | ОПК-5.3. Владеет навыками применения современных компьютерных систем проектирования для решения профессиональных задач | Владеет навыками построения функциональных и принципиальных схем аналоговых электронных устройств для решения профессиональных задач |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры | |
|---|---|---|---|
| | | 4 семестр | 5 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 124 | 106 | 18 |
| Лекционные занятия | 54 | 54 | |
| Практические занятия | 36 | 36 | |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | |
| Курсовой проект | 18 | | 18 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 92 | 38 | 54 |
| Подготовка к тестированию | 10 | 10 | |
| Подготовка к устному опросу / собеседованию | 10 | 10 | |

Согласована на портале № 57461

| | | | |
|---|---|---|---|
| Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 4 | 4 | |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 8 | 8 | |
| Подготовка к контрольной работе | 6 | 6 | |
| Написание отчета по курсовому проекту | 54 | | 54 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 | |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 252 | 180 | 72 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 7 | 5 | 2 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Курс. пр. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | | | | | |
| 1 Введение | 4 | - | - | - | 2 | 6 | ОПК-3, ОПК-5 |
| 2 Показатели и характеристики усилительных устройств | 4 | - | 2 | - | 5 | 11 | ОПК-3, ОПК-5 |
| 3 Активные элементы усилительных каскадов (полевые и биполярные транзисторы) | 4 | 12 | - | - | 4 | 20 | ОПК-3, ОПК-5 |
| 4 Каскады предварительного усиления | 4 | 12 | 6 | - | 7 | 29 | ОПК-3, ОПК-5 |
| 5 Обратные связи и их влияние на показатели и характеристики аналоговых устройств | 8 | 12 | 5 | - | 7 | 32 | ОПК-3, ОПК-5 |
| 6 Выходные каскады устройств аналоговой обработки сигналов | 8 | - | - | - | 2 | 10 | ОПК-3, ОПК-5 |
| 7 Усилители постоянного тока | 8 | - | - | - | 4 | 12 | ОПК-3, ОПК-5 |
| 8 Операционные усилители и их применение | 8 | - | 3 | - | 5 | 16 | ОПК-3, ОПК-5 |
| 9 Перспективы развития техники аналоговой обработки сигналов | 6 | - | - | - | 2 | 8 | ОПК-3, ОПК-5 |
| Итого за семестр | 54 | 36 | 16 | 0 | 38 | 144 | |
| **5 семестр** | | | | | | | |
| 10 Курсовой проект | - | - | - | 18 | 54 | 72 | ОПК-3, ОПК-5 |
| Итого за семестр | 0 | 0 | 0 | 18 | 54 | 72 | |
| Итого | 54 | 36 | 16 | 18 | 92 | 216 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Согласована на портале № 57461

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | |
| 1 Введение | Определение аналоговых устройств. Принципы их построения, особенности функционирования и области применения. Усилительные устройства и их место в устройствах аналоговой обработки сигналов. Классификация усилительных устройств.Краткий исторический обзор развития аналоговой электронной техники. Тенденции ее развития. | 4 | ОПК-3, ОПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Показатели и характеристики усилительных устройств | Функциональная схема усилительного устройства, назначение ее элементов.Коэффициент передачи. Коэффициент усиления по напряжению и по мощности. Амплитудно-частотная, амплитудно-фазовая и переходная характеристики. Диаграммы Боде. Частотные и фазовые искажения. Искажения прямоугольных импульсов, вносимые квазилинейным усилителем, их связь с частотными искажениями. Условия неискаженной передачи сигналов. Входные и выходные параметры. Нелинейные искажения и способы их оценки. Амплитудная характеристика, динамический диапазон сигналов и устройств аналоговой обработки сигналов. Коэффициент полезного действия.Разбиение устройства на каскады. Определение показателей и характеристик многокаскадного устройства по показателям и характеристикам его каскадов. "Суммирование" частотных искажений и искажений переходных характеристик. | 4 | ОПК-3, ОПК-5 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 57461

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Активные элементы усилительных каскадов (полевые и биполярные транзисторы) | Схемы включения активных элементов. Эквивалентные схемы активных элементов. Входные и выходные сопротивления и емкости различных схем включения. Классы работы усилительных элементов.Динамические характеристики активных элементов для постоянного и переменного токов, их построение и использование.Цепи питания, обеспечивающие режим работы транзисторов по постоянному току. Значение этих цепей для стабилизации работы устройств аналоговой обработки сигналов. Стабилизация режима работы транзисторов с помощью цепей, сопротивление которых изменяется при изменении температуры; стабилизация режима с помощью отрицательной обратной связи (коллекторная, эмиттерная и коллекторно-эмиттерная схемы стабилизации).Генераторы стабильного тока и стабильного напряжения и их использование для обеспечения стабилизации режима транзисторов.Применение ЭВМ для расчета термостабилизации. | 4 | ОПК-3, ОПК-5 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 57461

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Каскады предварительного усиления | Требования, предъявляемые к каскадам предварительного усиления, и особенности их анализа, связанные с малым уровнем входного сигнала, при котором справедливы квазилинейные эквивалентные схемы активных элементов. Применение эквивалентных схем для анализа каскадов предварительного усиления. Упрощение эквивалентных схем для расчетов, не связанных с применением ЭВМ. Усилительные каскады с транзисторами, включенными с общим эмиттером (истоком). Реостатный каскад, его принципиальная и эквивалентная схемы, назначение элементов. Коэффициент усиления, частотные и фазовые характеристики в области верхних частот и переходные характеристики в области малых времен, площадь усиления, импульсная добротность каскада и многокаскадного усилителя. Принципы высокочастотной коррекции (коррекции искажений в области малых времен).Частотные и фазовые искажения в области нижних частот и искажения плоской вершины импульса, возникающие в реостатном каскаде. Низкочастотная коррекция (коррекция искажений плоской вершины импульсов). Применение усилительных элементов, состоящих из нескольких транзисторов (составные транзисторы). Определение параметров и характеристик составных транзисторов по параметрам и характеристикам входящих в них элементов. | 4 | ОПК-3, ОПК-5 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 57461

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Обратные связи и их влияние на показатели и характеристики аналоговых устройств | Основные понятия, связанные с общей теорией обратных связей. Классификация обратных связей, определение их вида в схеме. Влияние обратных связей на основные показатели и характеристики усилительных и других аналоговых устройств (коэффициент передачи, коэффициент усиления, стабильность параметров, входное и выходное сопротивления, линейные и нелинейные искажения). Устойчивость устройств, охваченных обратной связью, способы обеспечения устойчивости. Паразитные обратные связи. Связь через внутреннее сопротивление источника питания. Примеры схем с обратными связями. Усилительный каскад с транзистором, включенным с общим коллектором (стоком). Показатели и характеристики эмиттерного (истокового) повторителя. Области применения. Регулировка усиления в каскадах предварительного усиления с помощью цепи обратной связи (сравнение со схемами пассивной регулировки усиления), влияние схем регулировки усиления на основные показатели. | 8 | ОПК-3, ОПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 6 Выходные каскады устройств аналоговой обработки сигналов | Требования, предъявляемые к выходным каскадам, и особенности расчета, обусловленные использованием большого участка динамических характеристик, нелинейность которого необходимо учитывать. Выбор транзисторов для оконечных каскадов. Учет скважности импульсов при большой амплитуде сигнала. | 8 | ОПК-3, ОПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 7 Усилители постоянного тока | Проблемы построения схем усилителей с непосредственной связью каскадов и их решение. Дифференциальный усилительный каскад. Коэффициент усиления по дифференциальному и синфазному сигналам. Регулировка усиления и применение высокочастотной коррекции дифференциальных каскадов. Переход к несимметричному выходу. | 8 | ОПК-3, ОПК-5 |
| | Итого | 8 | |

Согласована на портале № 57461

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 Операционные усилители и их применение | Свойства идеального операционного усилителя. Использование операционных усилителей для усиления, сложения, вычитания, интегрирования, дифференцирования и логарифмирования сигналов. Компараторы. Активные фильтры и способы формирования частотных характеристик на операционных усилителях. Основные показатели реальных операционных усилителей. Сдвиги нуля выходного напряжения и их компенсация. Обеспечение устойчивости операционных усилителей, охваченных глубокой отрицательной обратной связью. Использование диаграммы Боде для оценки границ устойчивого усиления. Усилители переменного тока на операционных усилителях. | 8 | ОПК-3, ОПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 9 Перспективы развития техники аналоговой обработки сигналов | Использование новой технологии и новых активных элементов для освоения СВЧдиапазона. Расширение динамического диапазона СВЧ-усилителей. Способы построения схем для увеличения отдаваемой в нагрузку мощности. Балансные схемы усиления. Проблемы построения схем усилителей с непосредственной связью каскадов и их решение. Дифференциальный усилительный каскад. Коэффициент усиления по дифференциальному и синфазному сигналам. Регулировка усиления и применение высокочастотной коррекции дифференциальных каскадов. Переход к несимметричному выходу. | 6 | ОПК-3, ОПК-5 |
| | Итого | 6 | |
| | Итого за семестр | 54 | |
| **5 семестр** | | | |
| 10 Курсовой проект | Составление блок-схем усилителей. Распределение искажений между цепями. Расчет отдельных каскадов. Расчет регулировок. Расчет результирующих характеристик | - | ОПК-3, ОПК-5 |
| | Итого | - | |
| | Итого за семестр | - | |
| | Итого | 54 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 57461

| | | | |
|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | |
| 3 Активные элементы усилительных каскадов (полевые и биполярные транзисторы) | Режим активных элементов, схемы стабилизации режима, их расчет. Построение и использование динамических характеристик | 12 | ОПК-3, ОПК-5 |
| | Итого | 12 | |
| 4 Каскады предварительного усиления | Входные цепи аналоговых электронных устройств, потенциометрические схемы регулировки усиления. Реостатный каскад на полевом и биполярном транзисторах | 12 | ОПК-3, ОПК-5 |
| | Итого | 12 | |
| 5 Обратные связи и их влияние на показатели и характеристики аналоговых устройств | Определение вида обратных связей. Расчет схем с обратными связями | 12 | ОПК-3, ОПК-5 |
| | Итого | 12 | |
| Итого за семестр | | 36 | |
| Итого | | 36 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | |
| 2 Показатели и характеристики усилительных устройств | Исследование усилительного каскада на постоянном токе. | 2 | ОПК-3, ОПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Каскады предварительного усиления | Исследование усилительного каскада на переменном токе.Исследование схем регулировок усиления (пассивных и активной) | 6 | ОПК-3, ОПК-5 |
| | Итого | 6 | |
| 5 Обратные связи и их влияние на показатели и характеристики аналоговых устройств | Исследование каскада на полевом транзисторе. Исследование схем фазоинверсных каскадов | 5 | ОПК-3, ОПК-5 |
| | Итого | 5 | |
| 8 Операционные усилители и их применение | Исследование схем на операционных усилителях | 3 | ОПК-3, ОПК-5 |
| | Итого | 3 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

### 5.5. Курсовой проект

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

Согласована на портале № 57461

| Содержание контактной аудиторной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| **5 семестр** | | |
| Консультативная работа по выполнению задания курсовой работы. Составление блок-схем усилителей. Распределение искажений между цепями. Расчет отдельных каскадов. Расчет регулировок. Расчет результирующих характеристик. Подготовка и защита работ | 18 | ОПК-3, ОПК-5 |
| Итого за семестр | 18 | |
| Итого | 18 | |

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Проектирование широкополосного усилителя
2. Проектирование импульсного усилителя
3. Проектирование усилителя звуковых частот
4. Проектирование усилителя постоянного тока
5. и др

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | | |
| 1 Введение | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Тестирование |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Устный опрос / собеседование |
| | Итого | 2 | | |
| 2 Показатели и характеристики усилительных устройств | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Тестирование |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Устный опрос / собеседование |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ОПК-3, ОПК-5 | Лабораторная работа |
| | Итого | 5 | | |

Согласована на портале № 57461

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 Активные элементы усилительных каскадов (полевые и биполярные транзисторы) | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Тестирование |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Устный опрос / собеседование |
| | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-3, ОПК-5 | Контрольная работа |
| | Итого | 4 | | |
| 4 Каскады предварительного усиления | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Тестирование |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Устный опрос / собеседование |
| | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-3, ОПК-5 | Контрольная работа |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ОПК-3, ОПК-5 | Лабораторная работа |
| | Итого | 7 | | |
| 5 Обратные связи и их влияние на показатели и характеристики аналоговых устройств | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Тестирование |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Устный опрос / собеседование |
| | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-3, ОПК-5 | Контрольная работа |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ОПК-3, ОПК-5 | Лабораторная работа |
| | Итого | 7 | | |
| 6 Выходные каскады устройств аналоговой обработки сигналов | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Тестирование |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Устный опрос / собеседование |
| | Итого | 2 | | |
| 7 Усилители постоянного тока | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-3, ОПК-5 | Тестирование |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 2 | ОПК-3, ОПК-5 | Устный опрос / собеседование |
| | Итого | 4 | | |

Согласована на портале № 57461

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 8 Операционные усилители и их применение | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Тестирование |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Устный опрос / собеседование |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ОПК-3, ОПК-5 | Лабораторная работа |
| | Итого | 5 | | |
| 9 Перспективы развития техники аналоговой обработки сигналов | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Тестирование |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 1 | ОПК-3, ОПК-5 | Устный опрос / собеседование |
| | Итого | 2 | | |
| Итого за семестр | | 38 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| **5 семестр** | | | | |
| 10 Курсовой проект | Написание отчета по курсовому проекту | 54 | ОПК-3, ОПК-5 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Итого | 54 | | |
| Итого за семестр | | 54 | | |
| Итого | | 128 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Курс. пр. | Сам. раб. | |
| ОПК-3 | + | + | + | + | + | Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Устный опрос / собеседование, Отчет по курсовому проекту, Курсовой проект, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |
| ОПК-5 | + | + | + | + | + | Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Устный опрос / собеседование, Отчет по курсовому проекту, Курсовой проект, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |

Согласована на портале № 57461

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | 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** | | | | |
| Защита отчета по лабораторной работе | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Контрольная работа | 8 | 8 | 8 | 24 |
| Устный опрос / собеседование | 1 | 2 | 1 | 4 |
| Лабораторная работа | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Тестирование | 6 | 6 | 6 | 18 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 23 | 24 | 23 | 100 |
| Нарастающим итогом | 23 | 47 | 70 | 100 |

Балльные оценки для курсового проекта представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсового проекта

| Формы контроля | 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 |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| Отчет по курсовому проекту | 10 | 10 | 80 | 100 |
| Итого максимум за период | 10 | 10 | 80 | 100 |
| Нарастающим итогом | 10 | 20 | 100 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Согласована на портале № 57461

| Оценка | 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) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. В.Н. Павлов, В.Н. Ногин «Схемотехника аналоговых электронных устройств», М., Горячая линия – Телеком, 2005, 320 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 53 экз.).

2. Схемо- и системотехника электронных средств: Учебное пособие / А. А. Шибаев - 2014. 190 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7470.

### 7.2. Дополнительная литература

1. А.В. Шарапов «Электронные цепи и микросхемотехника», часть 1 «Аналоговая схемотехника», Томск, 2003, 160 стр. (наличие в библиотеке ТУСУР - 179 экз.).

2. Л.И. Шарыгина «Усилительные устройства», Томск, 1976, 412 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 98 экз.).

3. Г.С. Цыкин "Усилительные устройства", М., Связь, 1971, 367 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 59 экз.).

4. Аналоговая схемотехника: Учебное пособие / А. В. Шарапов - 2006. 193 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/832.

5. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебное пособие / А. С. Красько - 2006. 180 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/938.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Сборник задач по усилительным устройствам: Учебное пособие / Л. И. Шарыгина - 2012. 116 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/753.

2. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Лабораторный практикум / Л. И. Шарыгина - 2012. 63 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/754.

3. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7867.

4. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебно-методическое пособие / Л. И. Шарыгина - 2012. 87 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/755.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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:**

Согласована на портале № 57461

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

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

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория информационных технологий: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- AVAST Free Antivirus;
- Microsoft PowerPoint Viewer;
- OpenOffice;

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория информационных технологий: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Согласована на портале № 57461

Программное обеспечение:
- AVAST Free Antivirus;
- Microsoft PowerPoint Viewer;
- OpenOffice;

### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсового проекта

Учебная лаборатория информационных технологий: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- LibreOffice;
- Microsoft PowerPoint Viewer;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- Opera;
- PTC Mathcad 13, 14;

### 8.5. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами

Согласована на портале № 57461

осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

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

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Введение | ОПК-3, ОПК-5 | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Показатели и характеристики усилительных устройств | ОПК-3, ОПК-5 | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 57461

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Активные элементы усилительных каскадов (полевые и биполярные транзисторы) | ОПК-3, ОПК-5 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Каскады предварительного усиления | ОПК-3, ОПК-5 | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 5 Обратные связи и их влияние на показатели и характеристики аналоговых устройств | ОПК-3, ОПК-5 | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 6 Выходные каскады устройств аналоговой обработки сигналов | ОПК-3, ОПК-5 | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 57461

| | | | |
|---|---|---|---|
| 7 Усилители постоянного тока | ОПК-3, ОПК-5 | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 8 Операционные усилители и их применение | ОПК-3, ОПК-5 | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 9 Перспективы развития техники аналоговой обработки сигналов | ОПК-3, ОПК-5 | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 10 Курсовой проект | ОПК-3, ОПК-5 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |

Согласована на портале № 57461

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. В каком положении регулятора усиления частотные искажения на верхних частотах максимальны (задание по схеме)? a) в верхнем b) в нижнем c) в среднем
2. Модуль коэффициента передачи по напряжению входной цепи на средних частотах наибольший a) при согласовании на входе, т.е. когда Rвх=Rc b) при Rвх > Rc при Rвх < Rc
3. Верхняя граничная частота АЧХ входной цепи наименьшая a) при согласовании на входе, т.е. когда Rвх=Rc b) при Rвх > Rc c) при Rвх < Rc
4. Цель термостабилизации биполярных транзисторов в любой из схем сохранить постоянным a) ток основных носителей b) ток неосновных носителей c) ток коллектора d) ток базы
5. При введении параллельной ООС спад, создаваемый разделительной емкостью на входе, ... a) становится больше (fн выше) b) становится меньше (fн ниже) c) не меняется
6. Выберите верное утверждение: a) Входная емкость эмиттерного повторителя меньше входной емкости реостатного каскада на том же транзисторе, работающем в том же режиме b) Входная емкость эмиттерного повторителя больше входной емкости

Согласована на портале № 57461

реостатного каскада на том же транзисторе, работающем в том же режиме c) Входная емкость эмиттерного повторителя равна входной емкости реостатного каскада на том же транзисторе, работающем в том же режиме

7. Rн1 = 0, входная емкость (задание по схеме) a) стала больше b) стала меньше c) не изменилась
8. Rн2 = 0, входная емкость (задание по схеме) a) стала больше b) стала меньше c) не изменилась
9. Последовательно включено два реостатных каскада на биполярных транзисторах. Измерения производятся на выходе первого каскада. Если сопротивление нагрузки второго каскада возрастает, ... a) коэффициент усиления первого каскада возрастает b) коэффициент усиления первого каскада уменьшается c) коэффициент усиления первого каскада не изменяется
10. Последовательно включено два реостатных каскада на биполярных транзисторах. Измерения производятся на выходе первого каскада. Если сопротивление нагрузки второго каскада возрастает, ... a) верхняя граничная частота становится больше b) верхняя граничная частота становится меньше c) верхняя граничная частота становится не меняется
11. Обратная связь называется отрицательной, ... a) если Uc и Uвых противофазны b) если Uсв и Uвых в фазе c) если Uсв и Uвых противофазны d) если Uсв и Uвых противофазны
12. В реостатном каскаде ввели эмиттерную ВЧ коррекцию ... a) fн входной цепи стала ниже b) fн выходной цепи стала ниже c) fв входной цепи стала ниже d) fв выходной цепи стала ниже
13. В реостатном каскаде ввели эмиттерную ВЧ коррекцию a) fн входной цепи стала выше b) fн выходной цепи стала ниже c) fв входной цепи стала ниже d) fв выходной цепи стала выше
14. Какого вида в этой схеме обратная связь на переменном токе? (задание по схеме) a) по току последовательная b) по напряжению последовательная c) по току параллельная d) по напряжению параллельная
15. Ток каких носителей стабилизируется в этой схеме? (задание по схеме) a) только ток основных носителей b) только ток неосновных носителей c) ток основных носителей и ток неосновных носителей d) в схеме нет стабилизации тока
16. В каком положении регулятора искажения на нижних частотах минимальны? (задание по схеме) a) в верхнем положении b) в среднем положении c) в нижнем положении d) низкочастотные искажения не зависят от положения регулятора
17. Как изменится выходное напряжение, если отключить конденсатор Сбл ? (задание по схеме) a) возрастет b) уменьшится c) не изменится d) Uвых2 станет равно нулю
18. В каком положении регулятора усиление минимально? (задание по схеме) a) в верхнем b) в нижнем c) в среднем d) усиление не зависит от положения регулятора, регулируется только режим
19. Какова крутизна спада АЧХ схемы (задание по схеме) a) 3 дБ/окт b) 6 дБ/окт c) 12 дБ/окт d) 18 дБ/окт \
20. Частота первого полюса a) □ =1/R1C b) □ =1/R2C c) □ =1/(R1*R2)
21. τв плеча фазоинверсного каскада с эмиттерной связью .... a) равно τв реостатного каскада на том же транзисторе, работающем в том же режиме и при той же нагрузке b) больше τв реостатного каскада на том же транзисторе, работающем в том же режиме и при той же нагрузке c) меньше τв реостатного каскада на том же транзисторе, работающем в том же режиме и при той же нагрузке

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Сравните работу реостатного каскада на полевом и биполярном транзисторах верхних и средних частотах.
2. Требования, предъявляемые к усилителям мощности, их учет при построении схем. Режимы работы усилительных элементов в усилителях мощности.
3. Диаграммы Боде, их особенности при однополюсных и многополюсных коэффициентах передачи. Использование диаграмм Боде при оценке устойчивости операционных усилителей.

Согласована на портале № 57461

4. Какие соображения и как учитываются при выборе сопротивления в цепи коллектора выходного реостатного каскада при расчете усилителя гармонических сигналов?
5. Какие соображения и как учитываются при выборе сопротивления в цепи коллектора реостатного каскада при расчете усилителя импульсных сигналов ?
6. УПТ с преобразованием. Принцип работы, источники погрешности.
7. Назначение разделительных конденсаторов реостатного каскада и выбор их емкости. Ограничения сверху и снизу на выбор емкости разделительных конденсаторов.
8. Регулировка усиления и ВЧ коррекция УПТ при построении его на базе параллельных балансных схем.
9. Влияние обратной связи на коэффициент передачи при различных видах обратной связи.
10. Поясните эпюрами напряжений и на частотных характеристиках принцип работы корректирующего фильтра. Сравните работу на высокоомную и низкоомную нагрузки.
11. Принципиальная и эквивалентная схемы реостатного каскада на полевом транзисторе, назначение элементов схемы, ограничения сверху и снизу на выбор сопротивления в цепи стока.
12. Схемы коллекторной стабилизации без ОС на переменном токе. Выбор элементов этих схем и их влияние на качественные показатели усилительных устройств.
13. Связь коэффициента передачи и переходной характеристики устройства линейной обработки сигналов. Каким образом используется эта связь для анализа и расчета устройств аналоговой обработки сигналов? Приведите примеры.
14. Особенности стабилизации режима фиксированным током базы.
15. Входная емкость и входное сопротивление реостатного каскада на биполярном транзисторе. Как объяснить, что вклад входной и проходной емкостей во входную динамическую емкость различен?
16. Принцип работы эмиттерной термостабилизации. Каковы ограничения сверху и снизу на выбор сопротивления в цепи эмиттера и сопротивлений делителя в цепи базы?
17. Схемы регулировки усиления, их сравнение, ограничения сверху и снизу на выбор регулировочного сопротивления.
18. Эпюрами напряжений и на частотных характеристиках поясните процесс появления искажений за счет емкости разделительных конденсаторов.
19. Перечислите этапы определения переходной характеристики устройства аналоговой обработки сигналов, принципиальная схема которого известна. Проиллюстрируйте примером.
20. Принцип работы коллекторной стабилизации. Сравните работу коллекторной и эмиттерной стабилизации при одинаковых значениях стабилизирующих сопротивлений.
21. Причины самовозбуждения устройств, охваченных отрицательной обратной связью, запас устойчивости. Способы снижения опасности самовозбуждения (на примере операционного усилителя).
22. Проиллюстрируйте эпюрами напряжения процесс создания подъема плоской вершины прямоугольного импульса корректирующим фильтром в коллекторной цепи.
23. Обратная связь через внутреннее сопротивление источника питания и способы уменьшения ее влияния.
24. Свойства двухтактных каскадов. Приведите примеры схем двухтактных каскадов.
25. Полная эквивалентная схема реостатного каскада на биполярном транзисторе. Эквивалентные схемы для средних и нижних частот. Анализ работы реостатного каскада на нижних частотах.
26. Фазоинверсный каскад с эмиттерной связью в качестве примера схемы с обратной связью. Особенности работы фазоинверсного каскада с эмиттерной связью в усилителях постоянного тока.
27. Влияние обратных связей на входные и выходные сопротивления устройств аналоговой обработки сигналов.
28. Изобразите принципиальную электрическую схему резисторного каскада на биполярном транзисторе. Покажите пути протекания постоянной и переменной составляющих тока коллектора транзистора. Поясните назначение элементов схемы
29. Полная эквивалентная схема реостатного каскада на биполярном транзисторе. Эквивалентные схемы для верхних и средних частот. Анализ работы реостатного каскада на средних частотах.

Согласована на портале № 57461

30. Инвертирующее и неинвертирующее включения операционного усилителя.
31. Ступенчатая регулировка усиления. Компенсация искажений, создаваемых цепью, стоящей после регулятора.
32. Поясните эпюрами напряжения и на частотных характеристиках возникновение искажений за счет цепи эмиттерной термостабилизации с шунтирующей емкостью.
33. Причины самовозбуждения устройств, охваченных отрицательной обратной связью, запас устойчивости. Способы снижения опасности самовозбуждения.
34. Перечислите возможные назначения фильтра в коллекторной (стоковой) цепи транзистора. Поясните принцип работы в каждом случае. Сравните выбор и включение емкости фильтра при различных его назначениях.
35. Коэффициент усиления каскада с эмиттерной коррекцией. Сравните коэффициенты усиления и динамические диапазоны реостатного каскада и каскада с эмиттерной коррекцией при одинаковом выходном напряжении.
36. Из каких соображений выбирается емкость, шунтирующая Rэ для термостабилизации? Что ограничивает ее значение сверху и снизу?
37. Причины самовозбуждения усилителя, охваченного отрицательной обратной связью. Критерий Найквиста. Способы повышения устойчивости.
38. Сравните влияние отрицательной обратной связи по току и по напряжению на полосу пропускания каскада.
39. Какие соображения и как учитываются при выборе сопротивления в цепи коллектора реостатного каскада при расчете усилителя гармонических (импульсных) сигналов?
40. Изобразите схему фазоинверсного каскада с разделенной нагрузкой и поясните принцип его работы
41. Каковы ограничения на выбор сопротивления обратной связи операционного усилителя?
42. Изобразите схему фазоинверсного каскада с эмиттерной связью и поясните принцип его работы.
43. Каковы проблемы построения схем УПТ прямого усиления и пути их решения?
44. Сравните работу схем эмиттерной и коллекторной стабилизации при одинаковых значениях стабилизирующих сопротивлений.

### 9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

1. обоснованность принятых решений;
2. правильность расчетов и качество оформления пояснительной записки (оценка выставляется преподавателем, проверяющим пояснительную записку, и при необходимости сопровождается рецензией);
3. корректность выводов;
4. качество доклада;
5. правильность и полнота ответов на вопросы.

### 9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов

1. Проектирование широкополосного усилителя
2. Проектирование импульсного усилителя
3. Проектирование усилителя звуковых частот
4. Проектирование усилителя постоянного тока
5. и др

### 9.1.5. Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования

1. Определение аналоговых устройств.
2. Принципы их построения, особенности функционирования и области применения.
3. Усилительные устройства и их место в устройствах аналоговой обработки сигналов.
4. Классификация усилительных устройств.
5. Краткий исторический обзор развития аналоговой электронной техники.
6. Тенденции ее развития.
7. Функциональная схема усилительного устройства, назначение ее элементов. Коэффициент передачи.
8. Коэффициент усиления по напряжению и по мощности.

Согласована на портале № 57461

9. Амплитудно-частотная, амплитудно-фазовая и переходная характеристики.
10. Диаграммы Боде.
11. Частотные и фазовые искажения.
12. Искажения прямоугольных импульсов, вносимые квазилинейным усилителем, их связь с частотными искажениями.
13. Условия неискаженной передачи сигналов.
14. Входные и выходные параметры.
15. Нелинейные искажения и способы их оценки.
16. Амплитудная характеристика, динамический диапазон сигналов и устройств аналоговой обработки сигналов.
17. Коэффициент полезного действия.
18. Разбиение устройства на каскады.
19. Определение показателей и характеристик многокаскадного устройства по показателям и характеристикам его каскадов.
20. "Суммирование" частотных искажений и искажений переходных характеристик.
21. Схемы включения активных элементов.
22. Эквивалентные схемы активных элементов.
23. Входные и выходные сопротивления и емкости различных схем включения.
24. Классы работы усилительных элементов.
25. Динамические характеристики активных элементов для постоянного и переменного токов, их построение и использование.
26. Цепи питания, обеспечивающие режим работы транзисторов по постоянному току.
27. Значение этих цепей для стабилизации работы устройств аналоговой обработки сигналов.
28. Стабилизация режима работы транзисторов с помощью цепей, сопротивление которых изменяется при изменении температуры; стабилизация режима с помощью отрицательной обратной связи (коллекторная, эмиттерная и коллекторно-эмиттерная схемы стабилизации).
29. Генераторы стабильного тока и стабильного напряжения и их использование для обеспечения стабилизации режима транзисторов.
30. Применение ЭВМ для расчета термостабилизации.
31. Требования, предъявляемые к каскадам предварительного усиления, и особенности их анализа, связанные с малым уровнем входного сигнала, при котором справедливы квазилинейные эквивалентные схемы активных элементов.
32. Применение эквивалентных схем для анализа каскадов предварительного усиления.
33. Упрощение эквивалентных схем для расчетов, не связанных с применением ЭВМ.
34. Усилительные каскады с транзисторами, включенными с общим эмиттером (истоком).
35. Реостатный каскад, его принципиальная и эквивалентная схемы, назначение элементов.
36. Коэффициент усиления, частотные и фазовые характеристики в области верхних частот и переходные характеристики в области малых времен, площадь усиления, импульсная добротность каскада и многокаскадного усилителя.
37. Принципы высокочастотной коррекции (коррекции искажений в области малых времен).
38. Частотные и фазовые искажения в области нижних частот и искажения плоской вершины импульса, возникающие в реостатном каскаде.
39. Низкочастотная коррекция (коррекция искажений плоской вершины импульсов).
40. Применение усилительных элементов, состоящих из нескольких транзисторов (составные транзисторы).
41. Определение параметров и характеристик составных транзисторов по параметрам и характеристикам входящих в них элементов.
42. Основные понятия, связанные с общей теорией обратных связей.
43. Классификация обратных связей, определение их вида в схеме.
44. Влияние обратных связей на основные показатели и характеристики усилительных и других аналоговых устройств (коэффициент передачи, коэффициент усиления, стабильность параметров, входное и выходное сопротивления, линейные и нелинейные искажения).
45. Устойчивость устройств, охваченных обратной связью, способы обеспечения устойчивости.

Согласована на портале № 57461

46. Паразитные обратные связи.
47. Связь через внутреннее сопротивление источника питания.
48. Примеры схем с обратными связями.
49. Усилительный каскад с транзистором, включенным с общим коллектором (стоком).
50. Показатели и характеристики эмиттерного (истокового) повторителя. Области применения.
51. Регулировка усиления в каскадах предварительного усиления с помощью цепи обратной связи (сравнение со схемами пассивной регулировки усиления), влияние схем регулировки усиления на основные показатели.
52. Требования, предъявляемые к выходным каскадам, и особенности расчета, обусловленные использованием большого участка динамических характеристик, нелинейность которого необходимо учитывать.
53. Выбор транзисторов для оконечных каскадов.
54. Учет скважности импульсов при большой амплитуде сигнала.
55. Проблемы построения схем усилителей с непосредственной связью каскадов и их решение.
56. Дифференциальный усилительный каскад.
57. Коэффициент усиления по дифференциальному и синфазному сигналам.
58. Регулировка усиления и применение высокочастотной коррекции дифференциальных каскадов.
59. Переход к несимметричному выходу.
60. Свойства идеального операционного усилителя.
61. Использование операционных усилителей для усиления, сложения, вычитания, интегрирования, дифференцирования и логарифмирования сигналов.
62. Компараторы.
63. Активные фильтры и способы формирования частотных характеристик на операционных усилителях.
64. Основные показатели реальных операционных усилителей.
65. Сдвиги нуля выходного напряжения и их компенсация.
66. Обеспечение устойчивости операционных усилителей, охваченных глубокой отрицательной обратной связью.
67. Использование диаграммы Боде для оценки границ устойчивого усиления.
68. Усилители переменного тока на операционных усилителях

### 9.1.6. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Исследование усилительного каскада на постоянном токе.
2. Исследование усилительного каскада на переменном токе.
3. Исследование схем регулировок усиления (пассивных и активной).
4. Исследование каскада на полевом транзисторе.
5. Исследование схем фазоинверсных каскадов.
6. Исследование схем на операционных усилителях.

### 9.1.7. Темы лабораторных работ

1. Исследование усилительного каскада на постоянном токе.
2. Исследование усилительного каскада на переменном токе.Исследование схем регулировок усиления (пассивных и активной)
3. Исследование каскада на полевом транзисторе. Исследование схем фазоинверсных каскадов
4. Исследование схем на операционных усилителях

### 9.1.8. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. схемы и принципы работы основных аналоговых устройств, в том числе с применением операционных усилителей;
2. схемы стабилизации режима активных элементов;
3. назначение элементов схем аналоговых устройств;
4. влияние изменения их параметров на основные показатели аналоговых устройств;

Согласована на портале № 57461

5. принципы построения цепей обратной связи и их влияние на основные показатели и стабильность параметров аналоговых электронных устройств, построенных на базе усилителей, в которых используется обратная связь.

### 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

Согласована на портале № 57461

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 57461

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 3 от «31» 10 2019 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. РТС | С.В. Мелихов | Согласовано, 385c9e7d-2407-461d-8604-80cee7018227 |
| Заведующий обеспечивающей каф. РТС | С.В. Мелихов | Согласовано, 385c9e7d-2407-461d-8604-80cee7018227 |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. РТС | В.А. Громов | Согласовано, bbaa5b2b-4c38-484f-a5bb-85f9ddafe277 |
| Старший преподаватель, каф. РТС | Д.О. Ноздреватых | Согласовано, bd0039b0-9c48-4859-9803-60c9ddba7116 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Профессор, каф. РТС | Л.И. Шарыгина | Разработано, f996ecb0-0ec5-4295-b97d-adae3aeaac9b |

Согласована на портале № 57461