МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Схемотехника аналоговых электронных устройств

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **2, 3**
Семестр: **4, 5**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	26	0	26	часов
2	Практические занятия	32	18	50	часов
3	Лабораторные работы	16	0	16	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	0	8	8	часов
5	Всего аудиторных занятий	74	26	100	часов
6	Самостоятельная работа	34	46	80	часов
7	Всего (без экзамена)	108	72	180	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	0	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	72	216	часов
		4.0	2.0	6.0	З.Е.

Экзамен: 4 семестр
Курсовой проект / курсовая работа: 5 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 48366

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 10 от « 2 » 7 2019 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Профессор Кафедра радиотехнических систем (РТС) _____ Л. И. Шарыгина

Заведующий обеспечивающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Эксперты:

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ В. А. Громов

Старший преподаватель кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ Д. О. Ноздреватых

Согласована на портале № 48366

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Схемотехника аналоговых электронных устройств» является 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

– • Изучение принципов построения, функциональных и принципиальных схем аналоговых электронных устройств.

– • Приобретение навыков анализа, синтеза и математического моделирования аналоговых электронных устройств.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Схемотехника аналоговых электронных устройств» (Б1.Б.23) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Схемотехника аналоговых электронных устройств, Основы теории цепей, Радиотехнические цепи и сигналы.

Последующими дисциплинами являются: Схемотехника аналоговых электронных устройств.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-9 способностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии;

– ПК-2 способностью разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** • 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; • 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;

– **уметь** • формировать цепи обратной связи с целью улучшения качественных показателей проектируемых устройств и получения заданных характеристик; • обеспечивать устойчивость работы схем с обратными связями; • 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.

– **владеть** навыками анализа и синтеза схем, понимая принцип их работы.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры

Согласована на портале № 48366

		4 семестр	5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	100	74	26
Лекции	26	26	0
Практические занятия	50	32	18
Лабораторные работы	16	16	0
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	8	0	8
Самостоятельная работа (всего)	80	34	46
Выполнение курсового проекта / курсовой работы	46	0	46
Оформление отчетов по лабораторным работам	11	11	0
Проработка лекционного материала	17	17	0
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	6	0
Всего (без экзамена)	180	108	72
Подготовка и сдача экзамена	36	36	0
Общая трудоемкость, ч	216	144	72
Зачетные Единицы	6.0	4.0	2.0

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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	КП/КР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр							
1 Введение	2	0	0	0	0	2	ОПК-9, ПК-2
2 Показатели и характеристики усилительных устройств.	2	0	2	0	5	9	ОПК-9, ПК-2
3 Активные элементы усилительных каскадов (полевые и биполярные транзисторы).	2	8	0	0	5	15	ОПК-9, ПК-2
4 Каскады предварительного усиления.	2	12	6	0	8	28	ОПК-9, ПК-2
5 Обратные связи и их влияние на показатели и характеристики аналоговых устройств.	2	12	5	0	8	27	ОПК-9, ПК-2
6 Выходные каскады устройств аналоговой обработки сигналов.	2	0	0	0	1	3	ОПК-9, ПК-2
7 Усилители постоянного тока.	6	0	0	0	2	8	ОПК-9, ПК-

Согласована на портале № 48366

							2
8 Операционные усилители и их применение.	4	0	3	0	4	11	ОПК-9, ПК-2
9 Перспективы развития техники аналоговой обработки сигналов.	4	0	0	0	1	5	ОПК-9, ПК-2
Итого за семестр	26	32	16	0	34	108	
5 семестр							
10 Курсовой проект	0	18	0	8	46	64	ОПК-9, ПК-2
Итого за семестр	0	18	0	8	46	72	
Итого	26	50	16	8	80	180	

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	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.	2	ОПК-9, ПК-2
	Итого	2	
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	2	ОПК-9, ПК-2

Согласована на портале № 48366

	искажений переходных характеристик.		
	Итого	2	
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.	2	ОПК-9, ПК-2
	Итого	2	
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 реостат-	2	ОПК-9, ПК-2

Согласована на портале № 48366

	ном 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.		
	Итого	2	
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.	2	ОПК-9, ПК-2
	Итого	2	
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.	2	ОПК-9, ПК-2
	Итого	2	
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	6	ОПК-9, ПК-2

Согласована на портале № 48366

	высокочастотной коррекции дифференциальных каскадов.Переход к несимметричному выходу.		
	Итого	6	
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.	4	ОПК-9, ПК-2
	Итого	4	
9 Перспективы развития техники аналоговой обработки сигналов.	Использование новой технологии и новых активных элементов для освоения СВЧ-диапазона. 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.	4	ОПК-9, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		26	
Итого		26	

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
Предшествующие дисциплины										

Согласована на портале № 48366

1 Схемотехника аналоговых электронных устройств	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Основы теории цепей				+		+	+			
3 Радиотехнические цепи и сигналы				+	+	+	+	+		+
Последующие дисциплины										
1 Схемотехника аналоговых электронных устройств	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	КСР (КП/КР)	Сам. раб.	
ОПК-9	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе
ПК-2	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе

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			
2 Показатели и характеристики	Исследование усилительного каскада на постоянном токе.	2	ОПК-9, ПК-2

Согласована на портале № 48366

усилительных устройств.	Итого	2	
4 Каскады предварительного усиления.	Исследование усилительного каскада на переменном токе.Исследование схем регулировок усиления (пассивных и активной).	6	ОПК-9, ПК-2
	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-9, ПК-2
	Итого	5	
8 Операционные усилители и их применение.	Исследование схем на операционных усилителях.	3	ОПК-9, ПК-2
	Итого	3	
Итого за семестр		16	
Итого		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			
3 Активные элементы усилительных каскадов (полевые и биполярные транзисторы).	Режим активных элементов, схемы стабилизации режима, их расчет.Построение и использование динамических характеристик	8	ОПК-9, ПК-2
	Итого	8	
4 Каскады предварительного усиления.	Входные цепи аналоговых электронных устройств, потенциометрические схемы регулировки усиления.Реостатный каскад на полевом и биполярном транзисторах	12	ОПК-9, ПК-2
	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-9, ПК-2
	Итого	12	
Итого за семестр		32	
5 семестр			
10 Курсовой проект	Составление блок-схем усилителей.Распределение искажений между цепями.Расчет отдельных каскадов.Расчет регулировок.Расчет результирующих характеристик	18	ОПК-9, ПК-2

Согласована на портале № 48366

	Итого	18	
Итого за семестр		18	
Итого		50	

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				
2 Показатели и характеристики усилительных устройств.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-9, ПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	5		
3 Активные элементы усилительных каскадов (полевые и биполярные транзисторы).	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-9, ПК-2	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	5		
4 Каскады предварительного усиления.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-9, ПК-2	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	8		
5 Обратные связи и их влияние на показатели и характеристики аналоговых устройств.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-9, ПК-2	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	8		
6 Выходные каскады устройств аналоговой обработки сигналов.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-9, ПК-2	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	1		
7 Усилители постоянного тока.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-9, ПК-2	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	2		

Согласована на портале № 48366

8 Операционные усилители и их применение.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-9, ПК-2	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	4		
9 Перспективы развития техники аналоговой обработки сигналов.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-9, ПК-2	Тест
	Итого	1		
Итого за семестр		34		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
5 семестр				
10 Курсовой проект	Выполнение курсового проекта / курсовой работы	46	ОПК-9, ПК-2	Защита курсовых проектов / курсовых работ, Тест
	Итого	46		
Итого за семестр		46		
Итого		116		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр		
Проектирование широкополосного усилителя.Проектирование импульсного усилителя.Проектирование усилителя звуковых частот.Проектирование усилителя постоянного тока	8	ОПК-9, ПК-2
Итого за семестр	8	

10.1. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Примерная тематика курсовых проектов / курсовых работ:

- 1. Проектирование широкополосного усилителя
- 2. Проектирование импульсного усилителя
- 3. Проектирование усилителя звуковых частот
- 4. Проектирование усилителя постоянного тока

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

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

Согласована на портале № 48366

4 семестр				
Контрольная работа	8	8	8	24
Отчет по лабораторной работе	8	8	8	24
Тест	6	8	8	22
Итого максимум за период	22	24	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	22	46	70	100
5 семестр				
Защита курсовых проектов / курсовых работ			50	50
Отчет по курсовому проекту / курсовой работе	20	30		50
Итого максимум за период	20	30	50	100
Нарастающим итогом	20	50	100	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)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 48366

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. 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.)

12.2. 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.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Сборник задач по усилительным устройствам [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Шарыгина Л. И. - 2012. 116 с. Рекомендовано для практических занятий и самостоятельной работы. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/753 (дата обращения: 05.09.2019).
2. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Электронный ресурс]: Лабораторный практикум / Шарыгина Л. И. - 2012. 63 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/754 (дата обращения: 05.09.2019).
3. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие / Шарыгина Л. И. - 2012. 87 с. Содержит рекомендации по выполнению курсового проекта — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/755 (дата обращения: 05.09.2019).

12.3.2. 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:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

Согласована на портале № 48366

13.1.2. 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

13.1.3. 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.

Программное обеспечение:

– AVAST Free Antivirus
– Microsoft PowerPoint Viewer
– OpenOffice

13.1.4. 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.

Состав оборудования:

- учебная мебель;

Согласована на портале № 48366

- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

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

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами 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 зрениями** 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.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1.. В каком положении регулятора усиления частотные искажения на верхних частотах максимальны (задание по схеме)?

в верхнем
в нижнем
в среднем

2. Модуль коэффициента передачи по напряжению входной цепи на средних частотах наибольший

при согласовании на входе, т.е. когда Rвх=Rс
при Rвх>Rс
при Rвх<Rс

3. Верхняя граничная частота АЧХ входной цепи наибменьшая

при согласовании на входе, т.е. когда Rвх=Rс
при Rвх>Rс

Согласована на портале № 48366

при Rвх<Rс

4. Цель термостабилизации биполярных транзисторов в любой из схем сохранить постоянным

ток основных носителей
ток неосновных носителей
ток коллектора
ток базы

5. При введении параллельной ООС спад, создаваемый разделительной емкостью на входе,
становится больше (fн выше)
становится меньше (fн ниже)
не меняется

6.Выберите верное утверждение:

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

стала больше
стала меньше,
не изменилась

8. Rн2 = 0, входная емкость (задание по схеме)

стала больше
стала меньше,
не изменилась

9. Последовательно включено два реостатных каскада на биполярных транзисторах. Измерения производятся на выходе первого каскада. Если сопротивление нагрузки второго каскада возрастает,

коэффициент усиления первого каскада возрастает
коэффициент усиления первого каскада уменьшается
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,

верхняя граничная частота становится больше
верхняя граничная частота становится меньше
верхняя граничная частота становится не меняется

11. Обратная связь называется отрицательной,

Согласована на портале № 48366

если Uс и Uвых противофазны
если Uсв и Uвых в фазе
если Uсв и Uвых противофазны
если Uсв и Uвых противофазны

12. В реостатном каскаде ввели эмиттерную ВЧ коррекцию
fн входной цепи стала ниже
fн выходной цепи стала ниже
fв входной цепи стала ниже
fв выходной цепи стала ниже

13. В реостатном каскаде ввели эмиттерную ВЧ коррекцию
fн входной цепи стала выше
fн выходной цепи стала ниже
fв входной цепи стала ниже
fв выходной цепи стала выше

14. Какого вида в этой схеме обратная связь на переменном токе? (задание по схеме)

1. по току последовательная
2. по напряжению последовательная
3. по току параллельная
4. по напряжению параллельная

15. Ток каких носителей стабилизируется в этой схеме? (задание по схеме)

1. только ток основных носителей
2. только ток неосновных носителей
3. ток основных носителей и ток неосновных носителей
4. в схеме нет стабилизации тока

16. В каком положении регулятора искажения на нижних частотах минимальны? (задание по схеме)

1. в верхнем положении
2. в среднем положении
3. в нижнем положении
4. низкочастотные искажения не зависят от положения регулятора

17. Как изменится выходное напряжение, если отключить конденсатор Сбл ? (задание по схеме)

1. возрастет
2. уменьшится
3. не изменится
4. Uвых2 станет равно нулю

18. В каком положении регулятора усиление минимально? (задание по схеме)

1. в верхнем
2. в нижнем
3. в среднем
4. усиление не зависит от положения регулятора, регулируется только режим

19.Какова крутизна спада АЧХ схемы (задание по схеме)

Согласована на портале № 48366

1. 3 дБ/окт
2. 6 дБ/окт
3. 12 дБ/окт
4. 18 дБ/окт

20. Частота первого полюса

$\tilde{\omega} = 1/R1C$
$\tilde{\omega} = 1/R2C$
$\tilde{\omega} = 1/R1\ R2$

21. τв плеча фазоинверсного каскада с эмиттерной связью

равно τв реостатного каскада на том же транзисторе, работающем в том же режиме и при той же нагрузке

больше τв реостатного каскада на том же транзисторе, работающем в том же режиме и при той же нагрузке

меньше τв реостатного каскада на том же транзисторе, работающем в том же режиме и при той же нагрузке

14.1.2. Экзаменационные вопросы

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.

1.Диаграммы Боде, их особенности при однополюсных и многополюсных коэффициентах передачи. Использование диаграмм Боде при оценке устойчивости операционных усилителей.

2. Какие соображения и как учитываются при выборе сопротивления в цепи коллектора выходного реостатного каскада при расчете усилителя гармонических сигналов?

1.Какие соображения и как учитываются при выборе сопротивления в цепи коллектора реостатного каскада при расчете усилителя импульсных сигналов ?

2. УПТ с преобразованием. Принцип работы, источники погрешности.

1.Назначение разделительных конденсаторов реостатного каскада и выбор их емкости. Ограничения сверху и снизу на выбор емкости разделительных конденсаторов.

2.Регулировка усиления и ВЧ коррекция УПТ при построении его на базе параллельных балансных схем.

1. Влияние обратной связи на коэффициент передачи при различных видах обратной связи.

2.Поясните эпюрами напряжений и на частотных характеристиках принцип работы корректирующего фильтра. Сравните работу на высокоомную и низкоомную нагрузки.

1.Принципиальная и эквивалентная схемы реостатного каскада на полевом транзисторе, назначение элементов схемы, ограничения сверху и снизу на выбор сопротивления в цепи стока.

2.Схемы коллекторной стабилизации без ОС на переменном токе. Выбор элементов этих схем и их влияние на качественные показатели усилительных устройств.

1.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.

2.Особенности стабилизации режима фиксированным током базы.

1.Входная емкость и входное сопротивление реостатного каскада на биполярном транзисторе. Как объяснить, что вклад входной и проходной емкостей во входную динамическую емкость различен?

2.Принцип работы эмиттерной термостабилизации. Каковы ограничения сверху и снизу на выбор сопротивления в цепи эмиттера и сопротивлений делителя в цепи базы?

1.Схемы регулировки усиления, их сравнение, ограничения сверху и снизу на выбор регулировочного сопротивления.

2.Эпюрами напряжений и на частотных характеристиках поясните процесс появления иска-

Согласована на портале № 48366

жений за счет емкости разделительных конденсаторов.

1.Перечислите этапы определения переходной характеристики устройства аналоговой обработки сигналов, принципиальная схема которого известна. Проиллюстрируйте примером.

2.Принцип работы коллекторной стабилизации. Сравните работу коллекторной и эмиттерной стабилизации при одинаковых значениях стабилизирующих сопротивлений.

1. Причины самовозбуждения устройств, охваченных отрицательной обратной связью, запас устойчивости. Способы снижения опасности самовозбуждения (на примере операционного усилителя).

2. Проиллюстрируйте эпюрами напряжения процесс создания подъема плоской вершины прямоугольного импульса корректирующим фильтром в коллекторной цепи.

1. Обратная связь через внутреннее сопротивление источника питания и способы уменьшения ее влияния.

2. Свойства двухтактных каскадов. Приведите примеры схем двухтактных каскадов.

1.Полная эквивалентная схема реостатного каскада на биполярном транзисторе. Эквивалентные схемы для средних и нижних частот. Анализ работы реостатного каскада на нижних частотах.

2. Фазоинверсный каскад с эмиттерной связью в качестве примера схемы с обратной связью. Особенности работы фазоинверсного каскада с эмиттерной связью в усилителях постоянного тока.

1. Влияние обратных связей на входные и выходные сопротивления устройств аналоговой обработки сигналов.

2. Изобразите принципиальную электрическую схему резисторного каскада на биполярном транзисторе. Покажите пути протекания постоянной и переменной составляющих тока коллектора транзистора. Поясните назначение элементов схемы

1.Полная эквивалентная схема реостатного каскада на биполярном транзисторе. Эквивалентные схемы для верхних и средних частот. Анализ работы реостатного каскада на средних частотах.

2. Инвертирующее и неинвертирующее включения операционного усилителя.

1.Ступенчатая регулировка усиления. Компенсация искажений, создаваемых цепью, стоящей после регулятора.

2. Поясните эпюрами напряжения и на частотных характеристиках возникновение искажений за счет цепи эмиттерной термостабилизации с шунтирующей емкостью.

1. Причины самовозбуждения устройств, охваченных отрицательной обратной связью, запас устойчивости. Способы снижения опасности самовозбуждения.

2. 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.

1. Коэффициент усиления каскада с эмиттерной коррекцией. Сравните коэффициенты усиления и динамические диапазоны реостатного каскада и каскада с эмиттерной коррекцией при одинаковом выходном напряжении.

2. Из каких соображений выбирается емкость, шунтирующая Rэ для термостабилизации? Что ограничивает ее значение сверху и снизу?

1. Причины самовозбуждения усилителя, охваченного отрицательной обратной связью. Критерий Найквиста. Способы повышения учтойчивости.

2. Сравните влияние отрицательной обратной связи по току и по напряжению на полосу пропускания каскада.

1. Какие соображения и как учитываются при выборе сопротивления в цепи коллектора реостатного каскада при расчете усилителя гармонических (импульсных) сигналов?

2. Изобразите схему фазоинверсного каскада с разделенной нагрузкой и поясните принцип его работы

1. Каковы ограничения на выбор сопротивления обратной связи операционного усилителя?

2. Изобразите схему фазоинверсного каскада с эмиттерной связью и поясните принцип его работы.

1. Каковы проблемы построения схем УПТ прямого усиления и пути их решения?

Согласована на портале № 48366

2. Сравните работу схем эмиттерной и коллекторной стабилизации при одинаковых значениях стабилизирующих сопротивлений.

14.1.3. Темы контрольных работ

• 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;

• 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;

14.1.4. Темы опросов на занятиях

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.

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.

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.

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).

Согласована на портале № 48366

Применение усилительных элементов, состоящих из нескольких транзисторов (составные транзисторы). Определение параметров и характеристик составных транзисторов по параметрам и характеристикам входящих в них элементов.

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.

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.

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.

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.

14.1.5. Темы домашних заданий

1. Перечислить и дать краткую характеристику качественных показателей, использующихся для описания аналоговых устройств обработки гармонических сигналов.

2. Перечислить и дать краткую характеристику качественных показателей, использующихся для описания устройств обработки импульсных сигналов.

3. Классификация усилительных устройств. Принципы и признаки классификации.

4.Что называется динамическим диапазоном? Каковы способы его оценки?

5. Связь коэффициента передачи и переходной характеристики устройства линейной обработки сигналов. Каким образом используется эта связь для анализа и расчета устройств аналоговой обработки сигналов? Привести примеры.

6. Перечислить этапы определения переходной характеристики устройства аналоговой обработки сигналов, принципиальная схема которого известна. Проиллюстрировать примером.

7. Переходная характеристика многокаскадного усилительного устройства. Определение результирующих локальных параметров.

8. Меры оценки линейных и нелинейных искажений в устройствах аналоговой обработки гармонических сигналов.

9. Меры оценки линейных и нелинейных искажений в устройствах аналоговой обработки импульсных сигналов.

10. Схемы включения активных элементов, их сравнительная характеристика.

11. Эквивалентные схемы активных элементов. Параметры эквивалентных схем, их зависи-

Согласована на портале № 48366

мость от режима и температуры. Определение параметров эквивалентных схем по справочным данным.

12. Входная емкость и входное сопротивление реостатного каскада на полевом (биполярном транзисторе). Как объяснить, что вклад входной и проходной емкостей во входную динамическую емкость различен?

13. Сравните входные сопротивления и емкости реостатных каскадов на полевом и биполярном транзисторах.

14. Сравните работу реостатного каскада на полевом и биполярном транзисторах средних и верхних частотах.

15. Схемы регулировки усиления, их сравнение, ограничения сверху и снизу на выбор регулировочного сопротивления.

16. Ступенчатая регулировка усиления. Компенсация искажений, создаваемых цепью, стоящей после регулятора.

17. Причины температурной нестабильности коллекторного тока. Оценка величины этой нестабильности.

18. Принцип работы эмиттерной термостабилизации. Ограничения сверху и снизу на выбор сопротивления в цепи эмиттера и сопротивлений делителя в цепи базы.

19. Принцип работы коллекторной стабилизации. Сравнить работу коллекторной и эмиттерной стабилизации при одинаковых значениях

стабилизирующих сопротивлений.

20. Особенности стабилизации режима фиксированным током базы.

21. Схемы коллекторной стабилизации без ОС на переменном токе. Выбор элементов этих схем и их влияние на качественные показатели усилительных устройств.

22 .Выбор сопротивления в цепи истока полевого транзистора из соображений обеспечения положения рабочей точки и ее стабилизации.

23. Построение и использование динамических характеристик активных элементов. Выходные, входные, проходные и сквозные динамические характеристики.

24. Схема однокаскадного усилителя на сопротивлениях на биполярном (полевом) транзисторе. Назначение элементов схемы. Ограничения сверху и снизу на их выбор.

25. Какие соображения и как учитываются при выборе сопротивления в цепи коллектора выходного реостатного каскада при расчете усилителя гармонических (импульсных) сигналов.

26. Эпюрами напряжения и на частотных характеристиках пояснить процесс появления искажений за счет емкости разделительных конденсаторов.

27. Сравнить работу разделительных конденсаторов в усилителях на биполярных и полевых транзисторах.

28. Эквивалентные схемы реостатного каскада на биполярном (полевом) транзисторе - полная, отдельно для верхних, средних и нижних частот. Анализ работы реостатного каскада на средних, верхних (в области малых времен) и нижних частот (в области больших времен).

29. Выбор сопротивления в цепи коллектора (стока) реостатного каскада. Какие показатели и каким образом определяют выбор этого сопротивления?

30. Коэффициент усиления реостатного каскада при работе на внешнюю нагрузку и на входное сопротивление транзисторного каскада. Как изменяется коэффициент усиления при изменении сопротивления нагрузки?

31. Перечислить возможные назначения фильтра в коллекторной (истоковой) цепи транзистора. Пояснить принцип работы в каждом случае. Сравнить выбор и включение емкости фильтра при различных его назначениях.

32. Пояснить эпюрами напряжения и на частотных характеристиках принцип работы корректирующего фильтра. Сравнить работу на высокоомную и низкоомную нагрузки.

33. Физические основы работы схем высокочастотной коррекции (коррекции ис- кажений в области малых времен). Минимальное время нарастания. Пути его достижения.

34.Составные транзисторы. Определение параметров составных транзисторов. Примеры схем.

35. Классификация обратных связей. Примеры схем. Определение вида обратной связи в схеме.

Согласована на портале № 48366

36. Коэффициент передачи усилителя, охваченного обратной связью, при различных способах снятия и введения напряжения обратной связи.

37. Влияние обратной связи на частотную и фазовую характеристики устройства аналоговой обработки сигналов. Использование этого влияния для ВЧ коррекции усилительных устройств (коррекции в области малых времен).

38. Влияние обратной связи на нелинейные искажения и шумы, возникающие внутри петли обратной связи.

39. Влияние обратных связей на входные и выходные сопротивления устройств аналоговой обработки сигналов.

40. Причины самовозбуждения устройств, охваченных отрицательной обратной связью, запас устойчивости, меры ее обеспечения.

41. Причины самовозбуждения устройств, охваченных отрицательной обратной связью, запас устойчивости. Способы снижения опасности самовозбуждения (на примере операционного усилителя).

42. Обратная связь через внутреннее сопротивление источника питания и способы уменьшения ее влияния.

43.Сравнить реостатный каскад и эмиттерный повторитель на средних и верхних частотах.

44. Из каких соображений выбирается сопротивление в цепи эмиттера эмиттерного повторителя? Что ограничивает его значение сверху и снизу?

45. Частотные искажения, переходная характеристика и искажения плоской вершины импульсов за счет емкости, шунтирующей стабилизирующее сопротивление в цепи эмиттера. Как изменяются эти искажения при введении в схему эмиттерной высокочастотной коррекции и почему?

46. Пояснить эпюрами напряжения и на частотных характеристиках возникновение искажений за счет цепи эмиттерной термостабилизации с шунтирующей емкостью.

47. Принцип работы эмиттерной коррекции (в плане частотных и в плане переходных характеристик).Ограничения на выбор глубины обратной связи, связанные с необходимостью получения усиления и с запасом по импульсу тока.

48. Коэффициент усиления каскада с эмиттерной коррекцией. Сравнение коэффициентов усиления и динамических диапазонов реостатного каскада и каскада с эмиттерной коррекцией при одинаковом выходном напряжении.

49. Примеры схем с обратными связями. Фазоинверсный каскад с разделенной нагрузкой. Фазоинверсный каскад с эмиттерной связью. Особенности работы фазоинверсного каскада с эмиттерной связью в усилителях постоянного тока.

50. Проблемы построения схем УПТ прямого усиления.

51. Дрейф нуля УПТ прямого усиления и снижение его в параллельной балансной схеме.

52. Регулировка усиления и ВЧ коррекция УПТ при построении
его на базе параллельных балансных схем.

53. УПТ с преобразованием. Принцип работы, источники погрешности.

54. Принцип работы токового зеркала и его применение в УПТ.

55. Свойства идеального операционного усилителя. Сложение, вычитание, усиление, интегрирование и дифференцирование сигналов с помощью операционных усилителей. Управление формой частотной характеристики.

56. Свойства реального (неидеального) операционного усилителя и их учет при проектировании устройств на ИМС.

57. Диаграммы Боде, их особенности при однополюсных и многополюсных коэффициентах передачи. Использование диаграмм Боде при оценке устойчивости операционных усилителей.

58. Требования, предъявляемые к усилителям мощности, их учет при построении схем. Режимы работы усилительных элементов в усилителях мощности.

59. Свойства двухтактных каскадов. Построение и использование характеристик разностного тока.

60. Бестрансформаторные усилители мощности, схемы перехода от несимметричного источника сигнала к двухтактному выходу.

14.1.6. Темы лабораторных работ

Исследование усилительного каскада на постоянном токе.

Согласована на портале № 48366

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

14.1.7. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Проектирование широкополосного усилителя
Проектирование импульсного усилителя
Проектирование усилителя звуковых частот

14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. 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;

Согласована на портале № 48366

– 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 № 48366