МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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 телекоммуникационных устройств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Оптические системы и сети связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
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		26	часов
2	Практические занятия	32	18	50	часов
3	Лабораторные работы	16		16	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)		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		36	часов
9	Общая трудоемкость	144	72	216	часов
		4.0	2.0	6.0	З.Е.

Экзамен: 4 семестр
Зачет: 5 семестр
Курсовая работа (проект): 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

Согласована на портале № 30760

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 10 от «18» 5 2018 г.

Томск 2018

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. РТС	_____	Г. Н. Якушевич
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

Эксперты:

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС)	_____	В. А. Громов
Заведующий кафедрой сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)	_____	С. Н. Шарангович

Согласована на портале № 30760

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

является изучение основ схемотехники телекоммуникационных устройств, методов их анализа.

1.2. Задачи дисциплины

– являются формирование у студентов знаний и умений, позволяющих осуществлять схемотехническое проектирование, анализ работы, ремонт и техническое обслуживание устройств, обеспечивающих усиление и аналоговую обработку сигналов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Схемотехника телекоммуникационных устройств» (Б1.В.ОД.4) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей, Теория электрических цепей, Электроника.

Последующими дисциплинами являются: Метрология в оптических телекоммуникационных системах, Общая теория связи, Разработка устройств для систем связи, Цифровая обработка сигналов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-10 способностью к разработке проектной и рабочей технической документации, оформлению законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с нормами и стандартами;

– ПК-11 умением проводить технико-экономическое обоснование проектных расчетов с использованием современных подходов и методов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** схемы и принципы работы основных аналоговых телекоммуникационных устройств, в том числе на транзисторах и операционных усилителях, схем стабилизации режима активных элементов; назначение элементов базовых схем аналоговых телекоммуникационных устройств и влияния изменения их параметров на основные показатели; принципы построения цепей обратной связи и их влияния на основные показатели устройств.

– **уметь** применять методы анализа для исследования параметров и характеристик аналоговых телекоммуникационных устройств, в том числе с использованием эквивалентных схем активных элементов и динамических характеристик.

– **владеть** навыками самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях; быть способным к компьютерному моделированию устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ

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	
		4 семестр	5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	100	74	26
Лекции	26	26	
Практические занятия	50	32	18
Лабораторные работы	16	16	
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	8		8
Самостоятельная работа (всего)	80	34	46

Согласована на портале № 30760

Выполнение курсового проекта (работы)	36		36
Оформление отчетов по лабораторным работам	18	18	
Проработка лекционного материала	9	9	
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	17	7	10
Всего (без экзамена)	180	108	72
Подготовка и сдача экзамена	36	36	
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	Сам. раб., ч	Курс. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр							
1 Аналоговые электронные устройства.	2	0	0	1	0	3	ПК-10, ПК-11
2 Показатели и характеристики усилительных устройств.	2	4	0	2	0	8	ПК-10, ПК-11
3 Обратная связь и ее влияние на показатели и характеристики аналоговых устройств.	2	0	0	1	0	3	ПК-10, ПК-11
4 Активные элементы в усилительных каскадах.	2	10	2	9	0	23	ПК-10, ПК-11
5 Каскады предварительного усиления.	4	18	8	11	0	41	ПК-10, ПК-11
6 Оконечные усилительные каскады.	2	0	0	1	0	3	ПК-10, ПК-11
7 Усилители постоянного тока.	2	0	0	1	0	3	ПК-10, ПК-11
8 Операционные усилители и аналоговые устройства.	10	0	6	8	0	24	ПК-10, ПК-11
Итого за семестр	26	32	16	34	0	108	
5 семестр							
9 Не предусмотрены.	0	18	0	46	8	64	ПК-10, ПК-11
Итого за семестр	0	18	0	46	8	72	
Итого	26	50	16	80	8	180	

Согласована на портале № 30760

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 Аналоговые электронные устройства.	Определение аналоговых и цифровых устройств. Области применения. Принципы построения. Особенности функционирования.Усилительные устройства и их роль при построении устройств аналоговой и цифровой обработки сигналов. Классификация усилительных устройств.	2	ПК-10, ПК-11
	Итого	2	
2 Показатели и характеристики усилительных устройств.	Коэффициент передачи. Коэффициент усиления. Частотная, фазовая и переходная характеристики. Условия неискаженной передачи сигнала. Частотные и фазовые искажения. Искажения прямоугольного импульса, вносимые квазилинейным усилителем, их связь с частотными искажениями. Входные и выходные параметры. Нелинейные искажения и меры их оценки. Амплитудная характеристика, динамический диапазон сигнала и усилительного устройства. 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.	2	ПК-10, ПК-11
	Итого	2	
3 Обратная связь и ее влияние на показатели и характеристики аналоговых устройств.	Определение и назначение обратных связей. Классификация обратных связей, определение их вида в схеме. Влияние обратных связей на основные показатели и характеристики аналоговых устройств (коэффициент передачи, коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления, линейные и нелинейные искажения). Чувствительность усилителей с обратной связью к изменению параметров их элементов. Устойчивость устройств с обратной связью. Способы обеспечения устойчивости.	2	ПК-10, ПК-11
	Итого	2	
4 Активные элементы в усилительных каскадах.	Эквивалентные схемы активных элементов. Схемы включения активных элементов. Сравнение их характеристик по входным и выходным импедансам, усилительным способностям. Построение и использование динамических характеристик.Цепи питания, обеспечивающие режимы работы транзисторов по постоянному току. Значение этих цепей	2	ПК-10, ПК-11

Согласована на портале № 30760

	для стабилизации и надежности работы усилительных и других устройств аналоговой обработки сигналов.Влияние разброса параметров, прямого и косвенного влияния температуры окружающей среды на стабильность режимов активных элементов и связанные с ней параметры усилителей (линейные и нелинейные искажения, номинальный уровень выходного сигнала).Стабилизация режимов работы транзисторов по постоянному току с помощью цепей, сопротивление которых изменятся при изменении температуры, с помощью цепей отрицательной обратной связи (коллекторная, эмиттерная, коллекторно-эмиттерная схемы стабилизации).Генераторы стабильного тока и стабильного напряжения и их использование для обеспечения стабилизации токов покоя транзисторов. Применение ЭВМ для расчета стабилизации режима транзисторов		
	Итого	2	
5 Каскады предварительного усиления.	Требования, предъявляемые к каскадам предварительного усиления, и особенности анализа этих каскадов, связанные с малым уровнем входного сигнала, при котором нелинейность характеристик транзисторов можно не учитывать.Применение линеаризованных эквивалентных схем для анализа характеристик каскадов предварительного усиление. Упрощение эквивалентных схем каскадов для расчетов, не связанных с ЭВМ. Три схемы включения активного трехполюсника. Повторители, их свойства и применение.Применение усилительных элементов, состоящих из нескольких транзисторов (составные транзисторы).Усилительные каскады с транзисторами, включенными с общим эмиттером и общим истоком. Резисторные каскады. Их принципиальные и эквивалентные схемы, назначение элементов. Коэффициенты усиления, частотные и фазовые характеристики в области верхних частот и переходные характеристики в области малых времен. Площадь усиления. Импульсная добротность каскада.Применение цепей коррекции для увеличения площади усиления и импульсной добротности каскадов. Получение частотных и переходных характеристик заданной формы. Частотные искажения в области нижних частот и искажения вершины импульса, возникающие в резисторных каскадах из-за наличия разделительных конденсаторов и из-за наличия блокировочных конденсаторов в эмиттерных и истоковых цепях усилительных элементов. Низкочастотная коррекция и коррекция искажений плоской вершины импульса. Схемы, принцип работы, расчет элементов корректирующих цепей. Выбор места включения корректирующего фильтра.Регуляторы усиления. Прин-	4	ПК-10, ПК-11

Согласована на портале № 30760

	ципы работы, схемы, расчет.		
	Итого	4	
6 Оконечные усилительные каскады.	Требования, предъявляемые к оконечным каскадам, и особенности расчета этих каскадов, обусловленные использованием большого участка динамической характеристики, нелинейность которой необходимо учитывать.Режимы работы усилительных элементов. Энергетические характеристики режимов А и В. Учет скважности импульсов при большой амплитуде сигнала. Выбор транзисторов для оконечных каскадов и схем их включения. Повторители в усилителях мощности.	2	ПК-10, ПК-11
	Итого	2	
7 Усилители постоянного тока.	Основные характеристики, принципы построения схем усилителей постоянного тока, варианты схемных решений.Дифференциальный усилительный каскад. Основные свойства и расчет этого каскада. Коэффициент усиления дифференциального сигнала. Коэффициент передачи синфазного сигнала. Использование дифференциальных каскадов в аналоговых усилителях.	2	ПК-10, ПК-11
	Итого	2	
8 Операционные усилители и аналоговые устройства.	Свойства идеального операционного усилителя. Основные показатели реальных операционных усилителей. Сдвиги нуля выходного напряжения и способы их уменьшения. Диаграммы Боде операционных усилителей. Обеспечение устойчивости усилителей с глубокой обратной связью.Использование операционных усилителей для усиления, сложения, вычитания, интегрирования, логарифмирования, потенцирования и перемножения сигналов. Компараторы. Активные RC- фильтры на операционных усилителях.	10	ПК-10, ПК-11
	Итого	10	
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
Предшествующие дисциплины									
1 Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей		+			+	+		+	

Согласована на портале № 30760

2 Теория электрических цепей	+	+	+	+	+	+	+	+	
3 Электроника	+	+	+	+	+	+	+	+	
Последующие дисциплины									
1 Метрология в оптических телекоммуникационных системах	+	+						+	
2 Общая теория связи	+	+		+				+	
3 Разработка устройств для систем связи		+			+	+		+	
4 Цифровая обработка сигналов		+						+	

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.	
ПК-10	+	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовой работе
ПК-11	+	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест, Отчет по 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			
4 Активные элементы в	Ознакомление с комплектом измерительных при-	2	ПК-10,

Согласована на портале № 30760

усилительных каскадах.	боров и пакетом прикладных программ для исследования электронных устройств. Моделирование электронных устройств в среде Qucs.		ПК-11
	Итого	2	
5 Каскады предварительного усиления.	Исследование резисторного усилительного каскада на полевом транзисторе.	4	ПК-10, ПК-11
	Исследование резисторного усилительного каскада на биполярном транзисторе.	4	
	Итого	8	
8 Операционные усилители и аналоговые устройства.	Исследование усилительных каскадов с глубокой обратной связью на интегральных микросхемах.	6	ПК-10, ПК-11
	Итого	6	
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			
2 Показатели и характеристики усилительных устройств.	Работа активного элемента в схеме.	4	ПК-10, ПК-11
	Итого	4	
4 Активные элементы в усилительных каскадах.	Выбор транзистора по индивидуально заданным исходным данным для каскада с ОЭ. Графический расчет каскада с ОЭ. Расчет параметров транзистора в рабочей точке по справочным данным.	10	ПК-10, ПК-11
	Итого	10	
5 Каскады предварительного усиления.	Аналитический расчет каскада с ОЭ на основе упрощенных моделей. Стабилизация режима транзистора в усилительном каскаде.	18	ПК-10, ПК-11
	Итого	18	
Итого за семестр		32	
5 семестр			
9 Не предусмотрены.	Обратные связи в усилительных каскадах на транзисторах.	8	ПК-10, ПК-11
	Неинвертирующий и инвертирующий каскады на ОУ.	10	
	Итого	18	
Итого за семестр		18	

Согласована на портале № 30760

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				
1 Аналоговые электронные устройства.	Проработка лекционного материала	1	ПК-10, ПК-11	Тест
	Итого	1		
2 Показатели и характеристики усилительных устройств.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-10, ПК-11	Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
3 Обратная связь и ее влияние на показатели и характеристики аналоговых устройств.	Проработка лекционного материала	1	ПК-10, ПК-11	Тест
	Итого	1		
4 Активные элементы в усилительных каскадах.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-10, ПК-11	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	9		
5 Каскады предварительного усиления.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-10, ПК-11	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	11		
6 Оконечные усилительные каскады.	Проработка лекционного материала	1	ПК-10, ПК-11	Тест
	Итого	1		
7 Усилители постоянного тока.	Проработка лекционного материала	1	ПК-10, ПК-11	Тест

Согласована на портале № 30760

	Итого	1		
8 Операционные усилители и аналоговые устройства.	Проработка лекционного материала	2	ПК-10, ПК-11	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	8		
Итого за семестр		34		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
5 семестр				
9 Не предусмотрены.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-10, ПК-11	Конспект самоподготовки, Отчет по курсовой работе, Тест
	Выполнение курсового проекта (работы)	36		
	Итого	46		
Итого за семестр		46		
Итого		116		

10. Курсовая работа (проект)

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

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр		
Эскизный расчет устройства.	3	ПК-10, ПК-11
Уточнение схемы, моделирование АЭУ на ПК.	3	
Пояснительная записка к курсовому проекту (работе).	2	
Итого за семестр	8	

10.1. Темы курсовых работ (проектов)

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

- Широкополосный усилитель.
- Импульсный усилитель.
- Нормирующий усилитель.
- Микрофонный усилитель.
- Усилитель корректор АЧХ.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной	Максимальный	Максимальный	Максимальный	Всего за

Согласована на портале № 30760

деятельности	балл на 1-ую КТ с начала семестра	балл за период между 1КТ и 2КТ	балл за период между 2КТ и на конец семестра	семестр
4 семестр				
Конспект самоподготовки	4	4	4	12
Отчет по лабораторной работе	16	14	16	46
Тест	4	4	4	12
Итого максимум за период	24	22	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	24	46	70	100
5 семестр				
Конспект самоподготовки	10	10	10	30
Отчет по курсовой работе			30	30
Расчетная работа	5	5	10	20
Тест	5	5	10	20
Итого максимум за период	20	20	60	100
Нарастающим итогом	20	40	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	

Согласована на портале № 30760

	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Павлов В.Н., Ногин В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебник для вузов – 3-е изд., исправ. М.: Горячая линия - Телеком, 2005. – 320с.: (наличие в библиотеке ТУСУР - 53 экз.)
2. Лекции по аналоговым электронным устройствам: Учебное пособие / Шарыгина Л. И. - 2017. 149 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6933, дата обращения: 11.06.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Павлов В.Н., Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебное пособие для вузов / В. Н. Павлов. - М. : Академия, 2008. - 287с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)
2. Опадчий Ю.Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника (Полный курс): Учебник для вузов / Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров; Под ред. О.П. Глудкина. М.: Горячая линия Телеком, 2005. 768с.: (наличие в библиотеке ТУСУР - 99 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Колесов И.А. Проектирование аналоговых устройств на операционных усилителях: Учебно-методическое пособие по курсовому проектированию аналоговых устройств. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2007. – 167 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.)
2. Сборник задач по усилительным устройствам: Учебное пособие / Шарыгина Л. И. - 2012. 116 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/753, дата обращения: 11.06.2018.
3. Схемотехника телекоммуникационных устройств: Учебное методическое пособие по лабораторным работам / Кологривов В. А., Якушевич Г. Н., Колесов И. А. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1115, дата обращения: 11.06.2018.
4. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплин математическо-естественно-научного, общепрофессионального (профессионального), специального циклов: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Кологривов В. А., Мелихов С. В. - 2012. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1845, дата обращения: 11.06.2018.

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. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

Согласована на портале № 30760

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.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Специализированная учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 427 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнито-маркерная;
- Компьютер;
- Плазменная панель;
- Сервер (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- AVAST Free Antivirus
- Google Chrome
- Microsoft Windows Server 2008
- Microsoft Windows XP
- Qucs

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Специализированная учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 427 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнито-маркерная;
- Компьютер;
- Плазменная панель;
- Сервер (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- AVAST Free Antivirus
- Google Chrome
- Microsoft Windows Server 2008
- Microsoft Windows XP
- Qucs

Согласована на портале № 30760

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;
- 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. АЧХ это:
1. зависимость Uвых от f:
2. зависимость |Ku| от f:
3. зависимость Uвых от Uвх:
4. зависимость f от |Ku|.

2. Какие основные показатели АЧХ ?
1. Uвых, fн, fв.
2. Ко, fн, fв.

Согласована на портале № 30760

3. Ко, ty, Δ.
4. Кг, fн, fв.

3. ПХ это:
1. зависимость Uвых от t:
2. зависимость Uвых от Uвх:
3. зависимость Ко от Uвх:
4. зависимость t от Uвых.

4. Какие основные показатели ПХ ?
1. Ко, ty, Δ.
2. ty, Δ, σ.
3. Uвых, Δ, σ.
4. Ко, Δ, σ.

5. Как изменится АЧХ каскада с ОЭ при увеличении разделительных емкостей Ср ?
1. Уменьшится fн.
2. Увеличится fн.
3. Уменьшится fв.
4. Увеличится fв.

6 Как изменится АЧХ каскада с ОЭ при увеличении емкости нагрузки Сн ?
1. Уменьшится fн.
2. Увеличится fн.
3. Уменьшится fв.
4. Увеличится fв.

7. Как изменится ПХ импульсного усилителя при увеличении разделительных емкостей Ср ?
1. Уменьшится ty.
2. Увеличится ty.
3. Уменьшится Δ.
4. Увеличится Δ.

8. Как изменится ПХ импульсного усилителя при увеличении емкости нагрузки Сн ?
1. Уменьшится ty.
2. Увеличится ty.
3. Уменьшится Δ.
4. Увеличится Δ.

9. Для какого каскада приведены технические характеристики ?
(Ku ≈ 1, Ki >> 1, Rвх – единицы кОм, Rвых – единицы, десятки Ом)
1. ОБ.
2. ОК.
3. ОЭ.
4. Каскод ОК-ОБ.

10. Для какого каскада приведены технические характеристики ?
(Ku >> 1, Ki ≈ 1, Rвх – единицы, десятки Ом , Rвых – единицы кОм).

1. ОБ.
2. ОК.
3. ОЭ.
4. Каскод ОК-ОК.

Согласована на портале № 30760

12. Последовательная ОС по току это:
1. ОС Z-типа.
2. ОС H-типа.
3. ОС Y-типа.
4. ОС G-типа.

13. Последовательная ОС по напряжению это:
1. ОС Z-типа.
2. ОС H-типа.
3. ОС Y-типа.
4. ОС G-типа.

14. Параллельная ОС по напряжению это:
1. ОС Z-типа.
2. ОС H-типа.
3. ОС Y-типа.
4. ОС G-типа.

15. Параллельная ОС по току это:
1. ОС Z-типа.
2. ОС H-типа.
3. ОС Y-типа.
4. ОС G-типа.

16. Для какого типа ОС приведены показатели ?
($K_{u\,ос} \approx K_u$, $K_{i\,ос} < K_i$, $R_{вх\,ос} < R_{вх}$, $R_{вых\,ос} < R_{вых}$)
1. Последовательная ОС по току.
2. Последовательная ОС по напряжению.
3. Параллельная ОС по напряжению.
4. Параллельная ОС по току.

17. Для какого типа ОС приведены показатели ?
($K_{u\,ос} < K_u$, $K_{i\,ос} \approx K_i$, $R_{вх\,ос} > R_{вх}$, $R_{вых\,ос} > R_{вых}$)
1. Последовательная ОС по току.
2. Последовательная ОС по напряжению.
3. Параллельная ОС по напряжению.
4. Параллельная ОС по току.

18. Для какого типа ОС приведены показатели ?
($K_{u\,ос} \approx K_u$, $K_{i\,ос} < K_i$, $R_{вх\,ос} < R_{вх}$, $R_{вых\,ос} > R_{вых}$)
1. Последовательная ОС по току.
2. Последовательная ОС по напряжению.
3. Параллельная ОС по напряжению.
4. Параллельная ОС по току.

19. Для какого типа ОС приведены показатели ?
($K_{u\,ос} < K_u$, $K_{i\,ос} \approx K_i$, $R_{вх\,ос} > R_{вх}$, $R_{вых\,ос} < R_{вых}$)
1. Последовательная ОС по току.
2. Последовательная ОС по напряжению.
3. Параллельная ОС по напряжению.
4. Параллельная ОС по току.

20. Коэффициент усиления по напряжению инвертирующего каскада на ОУ равен

Согласована на портале № 30760

1. Ku = 1 + Roc / Rвх.
2. Ku = - Roc / Rвх.
3. Ku = 1 - Roc / Rвх.
4. Ku = -Rвх / Roc.

21. Коэффициент усиления по напряжению неинвертирующего каскада на ОУ равен
1. Ku = 1 + Roc / Rвх.
2. Ku = - Roc / Rвх.
3. Ku = 1 - Roc / Rвх.
4. Ku = -Rвх / Roc.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Каскад с ОЭ (схема, Y-параметры, ЛАЧХ, ПХ, KU, KI, RBX, RBЫХ, связь временных и частотных характеристик).
2. Каскад с ОБ (схема, Y-параметры, ЛАЧХ, ПХ, KU, KI, RBX, RBЫХ,связь временных и частотных характеристик).
3. Каскад с ОК (схема, Y-параметры, ЛАЧХ, ПХ, KU, KI, RBX, RBЫХ, связь временных и частотных характеристик).
4. Каскад с ОИ (схема, Y-параметры, ЛАЧХ, ПХ, KU, KI, RBX, RBЫХ, связь временных и частотных характеристик).
5. Каскад с ОЗ (схема, Y-параметры, ЛАЧХ, ПХ, KU, KI, RBX, RBЫХ, связь временных и частотных
характеристик).
6. Каскад с ОС (схема, Y-параметры, ЛАЧХ, ПХ, KU, KI, RBX, RBЫХ, связь временных и частотных характеристик).
7. Усилитель Y-типа (схема, схемотехника, характеристики).
8. Усилитель Z-типа (схема, схемотехника, характеристики).
9. Усилитель H-типа (схема, схемотехника, характеристики).
10. Усилитель G-типа (схема, схемотехника, характеристики).
11. Устойчивость усилителей с ОС (запасы устойчивости).
12. НЧ коррекция (схема, принцип работы, ЛАЧХ, ПХ).
13. ВЧ коррекция (схема, принцип работы, ЛАЧХ, ПХ).
14. Эмиттерная ВЧ коррекция (схема, принцип работы, ЛАЧХ, ПХ).
15. Истоковая ВЧ коррекция (схема, принцип работы, ЛАЧХ, ПХ).
16. Каскодные схемы (схемы, коэффициент усиления, достоинства).
17. Схемотехника перехода от несимметричного входа к симметричному выходу
(каскад с разделенной нагрузкой, дифференциальный каскад, на ОУ).
18. Схемотехника регулировки усиления (схемы, принципы регулировки).
19. Схема инвертирующего каскада на ОУ (основные характеристики ОУ, схема каскада).
20. Схема неинвертирующего каскада на ОУ (основные характеристики ОУ, схема каскада).
21. Усилитель низкой частоты на ОУ (схема, расчет ЛАЧХ).
22. Корректор НЧ на основе ОУ (схема, ЛАЧХ, расчет).
23. Корректор ВЧ на основе ОУ (схема, ЛАЧХ, расчет).
24. Генераторы на основе ОУ (на основе LC-фильтра, на основе RC-фильтра НЧ, на основе RC- фильтра ВЧ).
25. Усилители мощности (режимы работы, схемы).

14.1.3. Темы расчетных работ

1. Построение нагрузочных прямых по постоянному и переменному току.
2.Расчет схем стабилизации каскада с ОЭ по постоянному току.
3. Расчет схем каскада с ОЭ по переменному току.
4. Анализ частотных характеристик каскада ОЭ.
5. Анализ временных характеристик каскада ОЭ.

14.1.4. Вопросы на самоподготовку

4-ый семестр

Согласована на портале № 30760

1. Изучение материала по конспектам лекций и подготовка к тестовому контролю.
2. Подготовка к лабораторным работам.
3. Подготовка к практическим занятиям и контрольным работам.
4. Подготовка и сдача экзамена .

5-ый семестр

1. Подготовка к практическим занятиям.
2. Выполнение курсового проекта и оформление пояснительной записки.

14.1.5. Темы лабораторных работ

Ознакомление с комплектом измерительных приборов и пакетом прикладных программ для исследования электронных устройств. Моделирование электронных устройств в среде Qucs.

Исследование резисторного усилительного каскада на полевом транзисторе.

Исследование резисторного усилительного каскада на биполярном транзисторе.

Исследование усилительных каскадов с глубокой обратной связью на интегральных микросхемах.

14.1.6. Зачёт

1. Критерии выбора и обоснования структурной схемы широкополосного усилителя на ОУ.
2. Критерии выбора и обоснования структурной схемы импульсного усилителя на ОУ.
3. Критерии выбора и обоснования структурной схемы микрофонного усилителя на ОУ.
4. Критерии выбора и обоснования структурной схемы усилителя корректора АЧХ.
5. Критерии выбора ОУ.
6. Электрический расчет инвертирующего каскада на ОУ..
7. Электрический расчет неинвертирующего каскада на ОУ.
8. Расчет смещения нуля усилительных каскадов на ОУ.
9. Расчет коэффициента гармоник усилительных каскадов на ОУ
10. Расчет отношения сигнал/шум усилительных каскадов на ОУ
11. Расчет ступенчатой регулировки усиления.
12. Расчет плавной регулировки усиления.
13. Критерии выбора и обоснования структурной схемы корректора НЧ на ОУ.
14. Критерии выбора и обоснования структурной схемы корректора ВЧ на ОУ
15. Электрический расчет корректора НЧ на ОУ.
16. Электрический расчет корректора ВЧ на ОУ.
17. Электрический расчет каскада широкополосного усилителя на ОУ.
18. Электрический расчет каскада импульсного усилителя на ОУ.
19. Электрический расчет входного каскада микрофонного усилителя на ОУ.
20. Электрический расчет выходного каскада микрофонного усилителя на ОУ.

14.1.7. Темы курсовых проектов (работ)

Широкополосный усилитель.

Импульсный усилитель.

Нормирующий усилитель.

Микрофонный усилитель.

Усилитель корректор АЧХ.

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.

Согласована на портале № 30760

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;
- 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 № 30760