

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 07.07.2023 12:13:00
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Информационные технологии
проектирования радиоэлектрон-
ных устройств»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ УСТРОЙСТВ»

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

по профилю

**«Информационные технологии проектирования радиоэлектронных
устройств»**

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н. Боровиков С.Г.

доцент, к.т.н., доцент Приходько В.Ю.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭС

09.03.2022, протокол № 7

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией

ФРТ, 29.03.2022, протокол № 3

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФРТ
Обеспечивающая кафедра	РЭС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	3
Семестр	5
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	34
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	3
Все контактные часы (академ. часов)	71
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	109
Всего (академ. часов)	180
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (курс)	3
Курсовая работа (курс)	3

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ УСТРОЙСТВ»

Рассматриваются базовые сведения по принципам работы, построения и проектирования аналоговых электронных устройств. Анализируются различные схемы включения транзисторов, принципы обеспечения режимов работы, влияние цепей обратной связи. Изучаются особенности построения многокаскадных усилительных трактов, схемные конфигурации аналоговых интегральных схем и усилителей постоянного тока. Рассматриваются функциональные устройства на операционных усилителях, усилители мощности и широкополосные усилители. Приведенные сведения позволяют технически грамотно осуществлять расчет аналоговых трактов радиоэлектронной аппаратуры.

SUBJECT SUMMARY

«ANALOG ELECTRONIC CIRCUITS»

The discipline covers the basic principles of operation, analysis and design of analog electronic devices. Various typical transistor circuit configurations including amplifiers, current sources, reference voltage sources, feedback loops are analyzed. The specialities of operational amplifiers, power, wideband and multi-stage amplifiers are also taken into consideration. A lot of practical schematic examples are considered. The discipline is theoretical foundation of telecommunication equipment analog circuits design.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины: подготовка студента, обладающего базовыми знаниями и умениями синтеза схем и навыками проектирования в области схемотехники аналоговых устройств.

2. Задачи дисциплины:

-получение студентами базовых знаний по основам микросхемотехники и принципам работы базовых каскадов аналоговых трактов; элементной базе и схемотехнике аналоговых устройств телекоммуникационных систем; принципам построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов, основным аспектам, проблемам и методам проектирования, разработки этих устройств и их применения в радиоэлектронной аппаратуре различного назначения;

-приобретение навыков проектирования и расчета транзисторных схем, а также схем с элементами интегральной полупроводниковой электроники, включая имитационное моделирование процессов в аналоговых трактах устройств телекоммуникаций с применением ЭВМ;

-формирование умений осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств, в том числе на этапах, предшествующих анализу свойств схем с помощью ЭВМ, а также грамотно и целенаправленно осуществлять оптимизацию параметров и структуры схем в ходе этого анализа.

3. Знания по основам микросхемотехники и принципам работы базовых каскадов аналоговых трактов; элементной базе и схемотехнике аналоговых устройств телекоммуникационных систем; принципам построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов, основным аспектам, проблемам

и методам проектирования, разработки этих устройств и их применения в радиоэлектронной аппаратуре различного назначения.

4. Умения осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств, в том числе на этапах, предшествующих анализу свойств схем с помощью ЭВМ, а также грамотно и целенаправленно осуществлять оптимизацию параметров и структуры схем в ходе этого анализа.

5. Навыки проектирования и расчета транзисторных схем, а также схем с элементами интегральной полупроводниковой электроники, включая имитационное моделирование процессов в аналоговых трактах устройств телекоммуникаций с применением ЭВМ.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Информатика»
2. «Теоретические основы электротехники»
3. «Основы электроники и радиоматериалы»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Основы проектирования мощных электронных средств»
2. «Основы проектирования приемных устройств»
3. «Инженерный дизайн»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-1	Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов
<i>ПК-1.1</i>	<i>Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований</i>
<i>ПК-1.2</i>	<i>Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования</i>
<i>ПК-1.3</i>	<i>Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов</i>
ПК-2	Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения
<i>ПК-2.1</i>	<i>Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков</i>
<i>ПК-2.2</i>	<i>Умеет проводить исследования характеристик электронных средств и технологических процессов</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	2				2
2	Общие сведения об аналоговых электронных устройствах	2				5
3	Принципы построения и работы простейших усилительных звеньев	2	3	5		10
4	Анализ работы типовых усилительных звеньев в режиме малого сигнала	4	3	3		10
5	Обратные связи в трактах усиления	4	3	4		18
6	Многокаскадные усилители	2	2			8
7	Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока	4	2	3		18
8	Оконечные усилительные каскады	4				4
9	Широкополосные усилители и усилители импульсных сигналов малой длительности	4	4			10
10	Усилительные и функциональные устройства на операционных усилителях	4		2	1	20
11	Заключение	2			2	4
	Итого, ач	34	17	17	3	109
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5				

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Цели и содержание дисциплины «Схемотехника аналоговых устройств». Структура и план учебной деятельности студентов. Основные разделы дисциплины. Состав и содержание практических и лабораторных занятий. Содержание и цели курсовой работы. Формы отчетности.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
2	Общие сведения об аналоговых электронных устройствах	<p>Определение аналоговых электронных устройств. Принципы их построения, особенности функционирования и область применения. Внешние параметры и характеристики аналоговых электронных устройств, требования, предъявляемые к устройствам различного назначения. Параметры и характеристики АЭУ как линейного (фильтрующего), нелинейного и согласующего устройства. Основные ограничения и трудности, возникающие при усилении сигналов малой интенсивности, а также при создании сигналов высокого уровня. Основные аспекты и проблемы процедур проектирования, анализа свойств и применения аналоговых электронных схем и функциональных элементов.</p>
3	Принципы построения и работы простейших усилительных звеньев	<p>Принцип электронного усиления. Усилительное звено и его обобщенная схема, ее состав и назначение элементов. Анализ работы звена с помощью графиков вольтамперных характеристик его основных элементов. Понятие о рабочей точке и нагрузочной характеристике. Критерии выбора исходного (досигнального) режима работы усилительного звена. Принципы и схемы обеспечения требуемого режима работы усилительного звена на постоянном токе. Схемное построение простейших усилительных звеньев на различных усилительных приборах. Источники неопределенности и нестабильности исходного режима работы на постоянном токе, их описание и представление с помощью эквивалентных генераторов тока и напряжения.</p>
4	Анализ работы типовых усилительных звеньев в режиме малого сигнала	<p>Критерии и особенности малосигнального режима работы усилительного прибора. Малосигнальные параметры биполярных и полевых транзисторов и принципы их использования при анализе свойств усилительных звеньев. Передаточные, входные и выходные свойства типовых усилительных звеньев при различных способах включения транзистора в их схему. Анализ влияния температурных и другие дестабилизирующих факторов на режим работы каскада на постоянном токе. Передаточные свойства аналоговых цепей и типовых усилительных звеньев по току.</p>

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
5	Обратные связи в трактах усиления	Структурная схема усилительного звена с однопетлевой обратной связью и ее использование для анализа влияния обратных связей на параметры и характеристики усилительного звена. Стабилизирующее влияние отрицательной обратной связи (ООС) на коэффициент передачи усилительного звена и режимы его работы на постоянном токе. Передаточные свойства усилительного звена с глубокой ООС. Линеаризирующее воздействие ООС на сквозную передаточную характеристику нелинейного усилительного тракта. Использование обратных связей для улучшения частотных свойств усилительных трактов. Влияние проходной проводимости усилительного звена на его входную проводимость. Использование обратной связи для формирования эквивалентов индуктивностей и индуктивных сопротивлений. Понятие о динамических нелинейных искажениях
6	Многокаскадные усилители	Особенности построения многокаскадных усилительных трактов, способы межкаскадных связей. Каскадные схемные конфигурации. Усилительное двух транзисторное звено на эмиттерно-связанных транзисторах Низкочастотные и переходные искажения в трактах при наличии в них разделительных и блокировочных конденсаторов. Частотные и переходные искажения в многозвенной линейной цепи.
7	Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока	Дифференциальный усилительный каскад, его основные свойства и схемные реализации. Схемы сдвига уровня, источники постоянного напряжения и тока. Использование дифференциальных усилительных каскадов в перемножителях и в качестве звена для управления усилением. Пример схемной реализации усилительного тракта типа операционный усилитель.
8	Оконечные усилительные каскады	Критерии оценки интенсивности сигнала с помощью коэффициента использования транзистора по току. Способы описания нелинейных свойств усилительных трактов. Сквозная передаточная характеристика усилительного звена и ее использование для анализа работы транзисторных каскадов при усилении сигналов большой интенсивности. Двухтактные каскады: схемные построения, энергетические соотношения, выбор и схемное обеспечение режима работы на постоянном токе.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
9	Широкополосные усилители и усилители импульсных сигналов малой длительности	Частотные свойства каскада с резистивной нагрузкой в области высоких частот. Понятие о площади усиления. Коррекция хода амплитудно-частотной характеристики с помощью частотно-зависимых нагрузок и цепей обратной связи. Переходные искажения импульсного сигнала и их связь с частотными свойствами усилительного тракта. Особенности построения оконечных каскадов в широкополосных усилителях и усилителях импульсных сигналов
10	Усилительные и функциональные устройства на операционных усилителях	Операционный усилитель и его свойства. Принципы схемной организации процедур обработки сигналов в усилительных и функциональных звеньях на операционных усилителях (ОУ). Методика приближенного анализа передаточных и других свойств в схемах на ОУ. Устройства преобразования аналоговых сигналов типа дифференциальный усилитель, преобразователь сигнального тока в сигнальное напряжение, сумматор сигнальных напряжений и токов. Принципы и примеры схемной организации нелинейных и параметрических устройств преобразования аналоговых сигналов. Особенности и основные трудности устройств широкополосного усиления на ОУ. Обеспечение устойчивости и предельной широкополосности и быстродействия тракта на ОУ. Влияние напряжения статической погрешности на работу схем на ОУ
11	Заключение	Перспективные способы реализации аналоговых схем и устройств на современной элементной базе.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование свойств усилительного каскада	2
2. Исследование свойств каскада при малосигнальном режиме работы его транзистора	4
3. Исследование принципов построения и работы каскадов усиления переменных сигналов	4
4. Исследование влияния ООС на сквозную передаточную характеристику нелинейного тракта	2
5. Исследование свойств дифференциального каскада	2
6. Исследование свойств операционного усилителя	3
Итого	17

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Выбор типов проводимостей транзисторов	1
2. Синтез конфигураций схем питания усилительных каскадов постоянными напряжениями и токами	1
3. Выбор значения начального тока в каскадах	2
4. Расчет элементов схемы из условия обеспечения требуемого значения начального тока коллектора	2
5. Анализ воздействия дестабилизирующих факторов на работу каскада на постоянном токе	2
6. Мероприятия по снижению влияния источников нестабильности	2
7. Оценка предельно допустимого сопротивления нагрузки	2
8. Организация конфигурации схемы для обеспечения ее работы на переменном токе	2
9. Определение значений емкостей разделительных и блокировочных конденсаторов	2
10. Оценка значения коэффициента усиления тракта в целом	1
Итого	17

4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): практическое освоение студентами основ проектирования схем аналоговых звеньев электронной аппаратуры и учета влияния на их работу внешних факторов.

Содержание работы (проекта): 1) синтез схемной конфигурации устройства требуемого функционального назначения;

2) расчет значений резистивных элементов, обеспечивающих требуемый режим работы ее элементов на постоянном токе;

3) анализ степени воздействия на работу схемы дестабилизирующих факторов;

4) синтез цепей отрицательной обратной связи и анализ ее стабилизирующего влияния;

5) синтез схемной конфигурации из условия обеспечения требуемого режима работы по переменному току;

6) анализ частотных и переходных свойств схемы;

7) оценка усилительных свойств разработанного устройства;

8) документирование результатов проектирования и составление пояснитель-

ной записки.

Оформление курсовой работы -согласно ГОСТ 7.32-2017 Межгосударственный стандарт. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

Рекомендуемый объем пояснительной записки -20-25 страниц, рекомендуемое количество использованных источников -5-10.

ПЗ должна включать в себя следующие структурные элементы:

титульный лист;

задание на КР;

аннотацию на русском и английском языках; содержание;

определения, обозначения и сокращения (при необходимости);

введение;

основную часть;

заключение;

список использованных источников;

приложения (при необходимости).

Пояснительная записка должна быть отпечатана в черном цвете на принтере через 1,5 интервала на одной стороне белой бумаги формата А4. Активную площадь листа Пояснительной записки ограничивают поля: слева 30 мм, справа 10 мм, сверху и снизу соответственно 20 и 25 мм. Высота букв основного текста должна быть не менее 2,5 мм (размер шрифта 14). Абзацный отступ – 1.25 см, шрифт – Times New Roman. Все иллюстрации (чертежи, схемы, графики, диаграммы) именуется рисунками. Каждый рисунок сопровождается подрисуночной надписью, которая состоит из номера рисунка и его названия. Рисунки нумеруются арабскими цифрами и в тексте работы на них обязательно должны быть даны ссылки. Нумерация рисунков в пределах всей КР сквозная. Схемы должны соответствовать требованиям государственных стандартов ЕСКД. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в

одну строку с ее номером через тире, размер шрифта 14. Таблицы нумеруются арабскими цифрами последовательно в пределах всей КР. На все таблицы в тексте должны быть ссылки. Формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Формулы, при необходимости, нумеруются в пределах всей работы арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Текст курсовой работы сдается в электронном виде на внутриуниверситетской платформе Moodle в формате doc, docx или pdf, а также в печатном виде преподавателю, в электронном виде на электронную почту преподавателя или через электронную систему личных кабинетов.

Темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Схемотехническое проектирование усилителя импульсных сигналов	Schematic design of pulse amplifier

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	7
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	6
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	10
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	15
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	36

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
ИТОГО СРС	109

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Боровиков, Сергей Геннадьевич. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Текст] : учеб. пособие / С. Г. Боровиков, В. Ю. Приходько, 2019. -62 с.	115
2	Павлов, Владимир Николаевич. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Текст] : учебник для вузов по направлениям "Радиотехника", "Электроника и микроэлектроника" / В. Н. Павлов, В. Н. Ногин, 1997. - 320 с.	92
3	Павлов, Владимир Николаевич. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Текст] : Учеб. для вузов по направлениям "Радиотехника", "Электроника и микроэлектроника" / В.Н.Павлов, В.Н.Ногин, 2001. -320 с.	77
4	Павлов, Владимир Николаевич. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Текст] : учеб. для вузов по направлениям "Радиотехника", "Электроника и микроэлектроника" / В.Н. Павлов, В.Н. Ногин, 2005. -320 с.	5
5	Павлов, Владимир Николаевич. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. "Радиотехника" / В.Н. Павлов, 2008. -288 с.	63
6	Операционный усилитель в устройствах обработки сигналов [Текст] : метод. указания к лабораторной работе по дисциплине "Аналоговые устройства РЭС" / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 1993. -20 с.	150
7	Орлов, Владимир Викторович. Аналоговые устройства РЭС [Текст] : лаб. практикум / В. В. Орлов, И. Г. Сидоренко, А. А. Соловьев, 2020. -54, [1] с.	165
Дополнительная литература		
1	Кузнецов, Игорь Ростиславович. Схемотехника аналоговых устройств [Электронный ресурс] : учеб. электрон. изд. / И. Р. Кузнецов, В. Н. Павлов, В. Ю. Приходько, 2011. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
2	Боровиков, Сергей Геннадьевич. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / С. Г. Боровиков, В. Ю. Приходько, 2019. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
3	Орлов, Владимир Викторович. Аналоговые устройства РЭС [Электронный ресурс] : электрон. лаб. практикум / В. В. Орлов, И. Г. Сидоренко, А. А. Соловьев, 2020. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	ГОСТ 7.32-2017 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ. Структура и правила оформления https://docs.cntd.ru/document/1200157208
2	Хохлов А.В. Аналоговая схемотехника. Курс лекций и лабораторный радиофизический практикум по схемотехническому моделированию https://e.lanbook.com/book/194748

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=12870>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Схемотехника аналоговых устройств» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

Экзамен

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач

Особенности допуска

Допуск к экзамену студент получает по результатам текущего контроля, включающего в себя проведение коллоквиумов, выполнение и сдачу в срок отчетов по лабораторным работам, а также выполнение с обязательной защитой курсовой работы.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Принцип электронного усиления и классификация усилителей
2	Основные показатели качества усилительных устройств
3	Анализ работы УК с помощью ВАХ
4	Критерии выбора положения ИРТ
5	Принципы обеспечения заданного положения ИРТ
6	Малосигнальный режим работы и малосигнальные параметры БТ
7	Способы включения транзистора в схему усилительного каскада
8	Свойства транзисторных каскадов при незаземленности общего электрода
9	Каскады усиления переменного сигнала
10	Линейные искажения в усилителях переменного сигнала
11	Влияние дестабилизирующих факторов на работу УК
12	Структурная схема усилительного тракта с однопетлевой ОС
13	Правила определения петлевой передачи в схемах с ОС
14	Влияние ООС на параметры усилительного тракта
15	Стабилизирующее влияние ООС на КУ и положение ИРТ
16	Линеаризующее влияние ООС и ее влияние на ход АЧХ
17	Проходная проводимость, ее влияние на входные свойства усилительной схемы
18	Принципы построения многокаскадных усилительных трактов
19	Типовые многотранзисторные каскады
20	Дифференциальный усилительный каскад
21	Генератор стабильного тока, токовое зеркало и их применение в дифференциальном каскаде
22	Источники опорного напряжения и схемы сдвига уровня
23	Однотактные оконечные каскады усиления
24	Двухтактные оконечные каскады усиления
25	Схемотехника оконечных каскадов усиления
26	Оконечные усилители класса D
27	Частотные свойства транзисторов

28	Влияние паразитных емкостей схемы на формирование АЧХ в области ВЧ
29	Принципы организации частотной коррекции
30	Анализ ВЧ коррекции с частотно-зависимой нагрузкой
31	Анализ ВЧ-коррекции с частотно-зависимой ОС
32	Операционные усилители и их свойства
33	Типовые схемы включения ОУ
34	Методика приближенного анализа схем на ОУ
35	Схемы обработки сигнала с трехполюсником в цепи ОС
36	Выходное сопротивление схем на ОУ с глубокой ООС
37	Дифференциальные усилители на ОУ
38	Преобразователи сигнальных токов в сигнальные напряжения
39	Сумматоры напряжений на ОУ
40	Простейшие частотно-селектирующие цепи на ОУ
41	Нелинейные устройства на базе ОУ
42	Активные выпрямители и амплитудные детекторы на базе ОУ
43	Генераторы стабильных токов на ОУ
44	Питание ОУ от одного источника, ССУ на ОУ, работа с переменными сигналами
45	Компараторы сигналов

Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Схемотехника аналоговых устройств ФРТ**

1. Анализ работы усилительного каскада с помощью вольт-амперных характеристик.

2. Сумматоры напряжений на ОУ.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В.Н. Малышев

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Общие сведения об аналоговых электронных устройствах	
2	Анализ работы типовых усилительных звеньев в режиме малого сигнала Принципы построения и работы простейших усилительных звеньев	
3		
4		
5		
6		Отчет по лаб. работе
7	Общие сведения об аналоговых электронных устройствах	
8	Принципы построения и работы простейших усилительных звеньев Анализ работы типовых усилительных звеньев в режиме малого сигнала Обратные связи в трактах усиления	
9		
10		
11		
12		Коллоквиум
	Многокаскадные усилители Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока Оконечные усилительные каскады Широкополосные усилители и усилители импульсных сигналов малой длительности Усилительные и функциональные устройства на операционных усилителях	
13	Обратные связи в трактах усиления	
14	Многокаскадные усилители	
15		Коллоквиум
16	Заключение	
17		Защита КР / КП

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

Методика текущего контроля на лабораторных занятиях.

Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и коллоквиум. После выполнения лабораторных работ, объединенных одной темой, предусматривается проведение коллоквиума на 7, 12, 15 неделях, на которых осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ

студентами осуществляется в бригадах до 3 человек. Оформление отчета студентами осуществляется в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо принимается.

В ходе коллоквиума каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

По результатам выполнения лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

Методика текущего контроля при выполнении курсовой работы

Текущий контроль при выполнении курсовой работы осуществляется в соответствии с методическими указаниями по курсовому проектированию и заданием на курсовую работу. Задание на курсовое проектирование выдается на первом практическом занятии, защита работ проводится, начиная с 15 недели.

На практических занятиях преподаватель проводит текущую проверку результатов выполнения курсовой работы, при необходимости указывая студентам на имеющиеся ошибки и предлагая пути их исправления (излагаются основные теоретические сведения, необходимые для выполнения курсовой работы, приводятся примеры расчетов).

Оформление пояснительной записки на курсовую работу выполняется в соответствии с требованиями к студенческим работам, принятым в СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Готовность курсовой работы к защите определяется преподавателем по результатам проверки пояснительной записки.

Защита курсовой работы осуществляется в соответствии с требованиями «Положения о промежуточной аттестации».

Оценка за курсовую работу формируется по следующей шкале:

«Отлично» – курсовая работа выполнена без замечаний или с незначительными замечаниями, при защите курсовой работы даны исчерпывающие пояснения;

«Хорошо» – курсовая работа выполнена с незначительными замечаниями;

ми, при защите курсовой работы даны удовлетворительные пояснения или же курсовая работа выполнена с ошибками, однако при защите даны исчерпывающие пояснения и предложены решения исправления ошибок;

«Удовлетворительно» – курсовая работа выполнена с ошибками, при защите курсовой работы даны удовлетворительные пояснения или же курсовая работа выполнена с незначительными замечаниями, однако удовлетворительных комментариев при защите не последовало;

«Неудовлетворительно» – курсовая работа не выполнена или выполнена с грубыми ошибками.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, проектор, экран, ПК или ноутбук, маркерная или меловая доска.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, проектор, экран, ПК или ноутбук, маркерная или меловая доска. Лабораторные макеты.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная или меловая доска.	
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА