

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 07.07.2023 11:45:30  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Радиотехнические средства  
передачи, приема и обработки  
сигналов»



**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

11.03.01 «Радиотехника»

по профилю

**«Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н. доцент С. Г. Боровиков

доцент, к.т.н. доцент В. Ю. Приходько

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
<b>Виды занятий</b>	
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
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
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 peculiar properties of operational amplifiers, power, wideband and multi-stage amplifiers are also taken into consideration. Many different practical schematic examples are considered. The discipline represents theoretical foundation of telecommunication equipment analog circuits design.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

#### 1. Цели дисциплины:

- подготовка студентов, обладающих базовыми знаниями в области аналоговой схемотехники, умениями разработки структурных и принципиальных схем аналоговых трактов, а также навыками расчета аналоговых схем на основе дискретных и интегральных компонентов;
- создание теоретической и практической базы для освоения дисциплин радиотехнического профиля.

#### 2. Задачами дисциплины являются:

- получение студентами базовых знаний по основам схемотехники и принципам работы основных каскадов аналоговых трактов;
- изучение основных аспектов, проблем и методов проектирования этих устройств и их применения в радиоэлектронной аппаратуре;
- формирование умений, позволяющих осуществлять разработку схем аналоговых электронных устройств;
- формирование навыков расчета транзисторных схем, а также схем с элементами интегральной полупроводниковой электроники.

#### 3. В результате освоения дисциплины студенты должны обладать следующими знаниями:

- принципы построения транзисторных усилительных каскадов и их свойства;
- принципы организации схем с обратными связями;
- типовые схемные конфигурации транзисторной схемотехники;
- принципы построения широкополосных усилительных трактов;
- принципы построения и методы расчета схем на операционных усилителях.

#### 4. В результате освоения дисциплины студенты должны получить умения:

- осуществлять формирование структурных и принципиальных схем транзисторных усилительных устройств;
- выполнять анализ влияния на на электронное устройство внешних факторов и принимать меры для снижения этого влияния;
- выполнять анализ частотных свойств электронных устройств и выбирать параметры схем для достижения требуемой полосы частот;
- вести разработку устройств с применением интегральных микросхем операционных усилителей.

5. В результате освоения дисциплины студенты должны овладеть навыками:

- формирования структурных и принципиальных схем аналоговых трактов;
- расчета транзисторных схем на постоянном и переменном токах в том числе с учетом действия дестабилизирующих факторов;
- анализа аналоговых устройств на транзисторах и операционных усилителях, в том числе с применением ЭВМ.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

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

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Генерирование колебаний и формирование радиосигналов»
2. «Основы компьютерного проектирования радиоэлектронных средств»
3. «Прием и обработка радиосигналов»

### 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:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ПК-1	Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ
<i>ПК-1.1</i>	<i>Умеет строить физические и математические модели узлов и блоков радиотехнических устройств и систем</i>
<i>ПК-1.2</i>	<i>Владеет навыками компьютерного моделирования</i>
ПК-2	Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов
<i>ПК-2.1</i>	<i>Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов и блоков радиотехнических устройств и систем</i>
<i>ПК-2.2</i>	<i>Умеет проводить исследования характеристик радиотехнических устройств и систем</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	Принципы построения усилительных схем	10	4	10		27
3	Обратная связь в усилительных устройствах	4	3	2		18
4	Типовые схемные конфигурации	8	4	3		26
5	Принципы построения широкополосных усилительных схем	4	4			10
6	Устройства обработки сигналов на операционных усилителях	4	2	2	1	22
7	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. Принцип электронного усиления и классификация усилителей. Основные показатели качества усилительных устройств.



№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
2	Принципы построения усилительных схем	<p>Анализ работы усилительного каскада с помощью ВАХ.</p> <p>Критерии выбора положения ИРТ.</p> <p>Принципы обеспечения заданного положения ИРТ.</p> <p>Малосигнальный режим работы и малосигнальные параметры БТ.</p> <p>Способы включения транзистора в схему усилительного каскада.</p> <p>Свойства транзисторных каскадов при незаземленности общего электрода.</p> <p>Каскады усиления переменного сигнала.</p> <p>Линейные искажения в усилителях переменного сигнала.</p> <p>Влияние дестабилизирующих факторов на работу усилительного каскада.</p>
3	Обратная связь в усилительных устройствах	<p>Структурная схема усилительного тракта с однопетлевой обратной связью.</p> <p>Правила определения петлевой передачи в схемах с обратной связью.</p> <p>Влияние отрицательной обратной связи на параметры усилительного тракта.</p> <p>Стабилизирующее влияние отрицательной обратной связи на коэффициент усиления и положение ИРТ.</p> <p>Линеаризующее влияние отрицательной обратной связи и ее влияние на ход АЧХ. Проходная проводимость и ее влияние на входные свойства усилительной схемы.</p>
4	Типовые схемные конфигурации	<p>Принципы построения многокаскадных усилительных трактов.</p> <p>Типовые многотранзисторные каскады.</p> <p>Дифференциальный усилительный каскад.</p> <p>Генератор стабильного тока, токовое зеркало и их применение в дифференциальном каскаде.</p> <p>Источники опорного напряжения и схемы сдвига уровня.</p> <p>Однотактные оконечные каскады усиления.</p> <p>Двухтактные оконечные каскады усиления.</p> <p>Схемотехника оконечных каскадов усиления.</p> <p>Оконечные усилители класса «D».</p>
5	Принципы построения широкополосных усилительных схем	<p>Частотные свойства транзисторов.</p> <p>Влияние паразитных емкостей схемы на формирование АЧХ в области ВЧ.</p> <p>Принципы организации частотной коррекции.</p> <p>Анализ ВЧ коррекции с частотно-зависимой нагрузкой.</p> <p>Анализ ВЧ-коррекции с частотно-зависимой ОС.</p>

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
6	Устройства обработки сигналов на операционных усилителях	<p>Операционные усилители и их свойства.  Типовые схемы включения ОУ.  Методика приближенного анализа схем на ОУ.  Схемы обработки сигнала с трехполюсником в цепи ОС.  Выходное сопротивление схем на ОУ с глубокой ООС.  Дифференциальные усилители на ОУ.  Преобразователи сигнальных токов в сигнальные напряжения.  Сумматоры напряжений на ОУ.  Простейшие частотно-селектирующие цепи на ОУ.  Нелинейные устройства на базе ОУ.  Активные выпрямители и пиковые детекторы на базе ОУ.  Генераторы стабильных токов на ОУ.  Работа ОУ с переменными сигналами.  Питание ОУ от одного источника.  Схемы сдвига уровня на ОУ.</p>
7	Заключение	<p>Компараторы сигналов.  Особенности применения полевых транзисторов.  Перемножители сигналов. Устройства регулировки усиления.</p>

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование нелинейных свойств усилительных каскадов	2
2. Исследование свойств усилительных каскадов в малосигнальном режиме	4
3. Исследование каскадов усиления переменных сигналов	4
4. Исследование влияния отрицательной обратной связи на свойства усилительного тракта	2
5. Исследование дифференциального усилительного каскада	3
6. Исследование схем на операционных усилителях	2
Итого	17

## 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Разработка структурной схемы и определение типов проводимости транзисторов	2
2. Определение конфигурации схемы на постоянном токе	2
3. Расчет элементов схемы на постоянном токе	3
4. Анализ воздействия дестабилизирующих факторов	2

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
5. Мероприятия по снижению влияния дестабилизирующих факторов	2
6. Организация конфигурации схемы для обеспечения работы усилителя на переменном токе	2
7. Обеспечение требований к параметрам переходных процессов	2
8. Оценка значения коэффициента усиления тракта в целом	2
Итого	17

#### 4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): практическое освоение студентами основ проектирования схем аналоговых звеньев электронной аппаратуры.

Содержание работы (проекта): В начале семестра каждый студент получает индивидуальное техническое задание, для выполнения которого предлагается выполнить следующие этапы работы:

- синтез структурной схемы и определение типов проводимости транзисторов;
- определение конфигурации схемы на постоянном токе;
- расчет элементов схемы на постоянном токе;
- анализ воздействия дестабилизирующих факторов;
- мероприятия по снижению влияния дестабилизирующих факторов;
- организация конфигурации схемы для обеспечения работы усилителя на переменном токе;
- обеспечение требований к параметрам переходных процессов;
- документирование результатов проектирования и составление пояснительной записки (ПЗ).

По усмотрению преподавателя, содержание и состав этапов работы могут быть скорректированы.

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 необ-

ходимости).

Оформление пояснительной записки -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 15-20 страниц, рекомендуемое количество использованных источников 2-5.

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. 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. 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.

ПЗ подготавливается в электронном или рукописном виде. При подготовке ПЗ в электронном виде рекомендуется использовать шрифт Times New Roman, (размер шрифта 14). При подготовке ПЗ в рукописном виде перед сдачей работы на проверку преподавателю делается ее электронная копия.

Преподавателю ПЗ сдается в электронном виде через электронную университетскую 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, которые указывают путь решения проблемы.

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	5
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	4
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
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	4
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
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>109</b>

## 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 библи.
Основная литература		
1	Павлов, Владимир Николаевич. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. "Радиотехника" / В.Н. Павлов, 2008. -288 с.	63
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	Боровиков, Сергей Геннадьевич. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Текст] : учеб. пособие / С. Г. Боровиков, В. Ю. Приходько, 2019. -62 с.	115
5	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
6	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	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.
2	Верхова Г. В. Аналоговые устройства автоматики [Электронный ресурс] : учебное пособие, 2019. -67 с.	неогр.
3	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.

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

№ п/п	Электронный адрес
1	ГОСТ 7.32-2017 ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ <a href="https://docs.cntd.ru/document/1200157208">https://docs.cntd.ru/document/1200157208</a>
2	Хохлов А.В. Аналоговая схемотехника. Курс лекций и лабораторный радиофизический практикум по схемотехническому моделированию <a href="https://e.lanbook.com/book/194748">https://e.lanbook.com/book/194748</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10318>



## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

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

#### Экзамен

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
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

Допуском к экзамену является выполненная курсовая работа с оценкой не хуже "удовлетворительно" и выполненные лабораторные работы.

На экзамене студент берет экзаменационный билет и готовится к ответу. В билете два вопроса из лекционного курса, время на подготовку 30 мин.

В процессе ответа на вопросы экзаменационного билета преподаватель может задавать дополнительные вопросы по всему курсу, а также предлагать задачи.

## 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 усилительного каскада 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 усилительного каскада
12	Структурная схема усилительного тракта с однопетлевой обратной связью
13	Правила определения петлевой передачи в схемах с обратной связью
14	Влияние отрицательной обратной связи на параметры усилительного тракта
15	Стабилизирующее влияние отрицательной обратной связи на коэффициент усиления и положение ИРТ
16	Линеаризирующее влияние отрицательной обратной связи и ее влияние на ход АЧХ
17	Проходная проводимость и 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 пиковые детекторы на базе ОУ
43	Генераторы стабильных токов на ОУ
44	Работа ОУ с переменными сигналами
45	Питание ОУ от одного источника
46	Схемы сдвига уровня на ОУ
47	Компараторы сигналов
48	Особенности применения полевых транзисторов

## Форма билета

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

---

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

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
7	Типовые схемные конфигурации	
8	Принципы построения широкополосных усилительных схем Принципы построения усилительных схем	
9		
10		
11		Коллоквиум
12	Устройства обработки сигналов на операционных усилителях Обратная связь в усилительных устройствах	
13		
14		
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.

#### 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 11 и 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. Коллоквиум проводится на основе вопросов к экзамену, изученных до момента проведения коллоквиума.

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**

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.

#### **при выполнении курсовой работы**

Текущий контроль при выполнении курсовой работы осуществляется в соответствии с методическими указаниями по курсовому проектированию и за-

данием 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 курсового проекта 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, 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	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, лабораторные макеты.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше 3) MicroCap версии 15
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная 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

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