

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 24.10.2023 13:59:21  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

Приложение к ОПОП  
«Микроволновая электроника»

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

**«ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УЗЛЫ И УСТРОЙСТВА МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

по профилю

**«Микроволновая электроника»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н., доцент Тупицын А.Д.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МВЭ  
10.03.2022, протокол № 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФЭЛ, 24.03.2022, протокол № 01/22

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭЛ
Обеспечивающая кафедра	МВЭ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	4
Семестр	7
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	17
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	39
Всего (академ. часов)	108
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	4

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УЗЛЫ И УСТРОЙСТВА МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ»**

Дисциплина «Функциональные узлы и устройства микроэлектроники» посвящена изучению современных микроэлектронных узлов на базе аналоговых и цифровых интегральных схем. Даются представления об основных путях микроминиатюризации, повышения надёжности и расширении их функциональных возможностей. Приводятся классификация и основные схемные структуры функциональных узлов микроэлектроники. Рассматриваются принципы их действия и приводятся примеры расчёта. Описываются основные принципы построения аналого-цифровых, больших и сверхбольших интегральных схем, особенности их применения. Рассматриваются основные схемотехнические приёмы, используемые при построении электронных схем на основе различных функциональных узлов микроэлектроники.

#### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«MICROELECTRONICS FUNCTIONAL UNITS»**

The target of the discipline “Microelectronics Functional Units” is the knowledge and practice of epy microelectronic functional units based on analog digital integrated circuits. The ideas of approach to microminiaturization, increasing of reliability and functionality are given. Classification and structures of different functional units are presented. Main principals of functioning of analog and digital units are considered along with the examples of parameters calculation. The discipline includes consideration of analog-to-digital and digital-to-analog converters.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целями дисциплины являются изучение компонентной базы интегральных схем, их внутренней структуры и основных функциональных узлов на их основе, а также методов анализа и расчёта основных функциональных узлов на базе интегральных схем.

2. Задачами дисциплины являются получение основных знаний о структуре и принципах действия основных функциональных узлов на основе интегральных схем, формирование навыков расчета электрических параметров с учётом особенностей внутренней структуры и применяемых при производстве интегральных схем технологий.

3. В процессе изучения обучающиеся получают знания об основных проблемах, связанных со схемотехническим построением функциональных узлов и путями их решения, разработкой и производством интегральных схем различной степени интеграции и применением их в различных аналоговых и аналого-цифровых устройствах.

4. В процессе обучения у студентов формируются умения экспериментально исследовать и анализировать работу различных узлов микроэлектроники на базе линейных и цифровых интегральных схем для определения возможности их использования в конкретных устройствах, производить их расчет.

5. Обучающиеся получают навыки:

-использования различных методов и аппаратных средств проведения измерений при исследовании основных элементов функциональных узлов интегральных схем;

-расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с

использованием средств автоматизации проектирования.

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математический анализ»
2. «Физика»
3. «Теоретические основы электротехники»
4. «Аналоговая схемотехника»
5. «Твердотельная электроника»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Производственная практика (производственно-технологическая практика)»
2. «Производственная практика (преддипломная практика)»

### 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-8	Способен к эксплуатации измерительного, диагностического, технологического оборудования
<i>ПК-8.1</i>	<i>Знает функциональные возможности электронного оборудования</i>
ПК-9	Способен осуществлять настройку, поверку и контроль электронного оборудования
<i>ПК-9.1</i>	<i>Знает принципы поверки, настройки и калибровки измерительной и тестовой аппаратуры</i>
СПК-3	Готов участвовать в разработке приборов и устройств микроволновой вакуумной, плазменной и твердотельной электроники
<i>СПК-3.1</i>	<i>Знает принципы разработки приборов и устройств микроволновой вакуумной, плазменной и твердотельной электроники</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.	1	2			2
2	Тема 1. Особенности функциональных узлов и устройств микроэлектроники	2	4	3		5
3	Тема 2. Классификация и основные схемные структуры линейных (аналоговых) узлов микроэлектроники	3	8	3		8
4	Тема 3. Основные типы линейных функциональных узлов микроэлектроники	3	8	3		8
5	Тема 4. Линейно-цифровые узлы микроэлектроники	4	6	4		6
6	Тема 5. Функциональные устройства микроэлектроники на больших интегральных схемах и области их применения	3	6	4		8
7	Заключение.	1			1	2
	Итого, ач	17	34	17	1	39
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3				

#### 4.1.2 Содержание



№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение.	Предмет дисциплины и ее задачи. Создание функциональных узлов и устройств микроэлектроники – основной путь решения проблемы комплексной микроминиатюризации, повышения надежности, расширения функциональных возможностей, областей применения и интенсификации производства радиоэлектронной аппаратуры. Тесное взаимодействие специалистов электронной техники с другими специалистами в процессе разработки и производства узлов и устройств микроэлектроники. Основные сведения о государственных стандартах, определяющих технические параметры и условия работы функциональных узлов и устройств микроэлектроники. Структура и содержание дисциплины, связь с другими дисциплинами.
2	Тема 1. Особенности функциональных узлов и устройств микроэлектроники	Основные направления микроминиатюризации радиоэлектронной аппаратуры. Связь функциональной сложности, конструктивных форм и степени интеграции радиоэлектронной аппаратуры. Особенности проектирования радиоэлектронной аппаратуры. Проблемы устранения крупногабаритных компонент. Преимущества активных компонентов перед пассивными.
3	Тема 2. Классификация и основные схемные структуры линейных (аналоговых) узлов микроэлектроники	Классификация линейных интегральных схем по функциональному назначению. Конструктивно-технологические разновидности линейных интегральных схем. Особенности монолитных интегральных схем. Основные схемные структуры линейных интегральных схем на биполярных транзисторах. Обобщенная структура операционного усилителя. Параметры и характеристики различных модификаций входного дифференциального каскада. Влияние внутренних емкостей планарных транзисторных структур. Эффект Миллера. Дифференциальный каскад с каскодной схемой на однотипных и дополняющих транзисторах. Дифференциальные каскады с составными транзисторами. Уменьшение шумов и повышение входного сопротивления за счет использования полевых транзисторов. Схемные структуры каскадов промежуточного усиления. Использование усилительных линеек с различными типами отрицательной обратной связи. Источники неизменного тока и напряжения. Основные требования к их параметрам. Разновидности "токового зеркала". Модифицированная схема "токового зеркала"

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Тема 3. Основные типы линейных функциональных узлов микроэлектроники	<p>Схемы сложения сигналов на ОУ. Преимущества по сравнению с традиционной схемой сложения. Требования, предъявляемые к ОУ.</p> <p>Схемы вычитания сигналов на ОУ. Основные соотношения, определяющие выходной сигнал. Ошибки, вычитания сигналов, обусловленные неточностью установки сопротивлений схемы и параметрами ОУ.</p> <p>Схемы дифференцирования и интегрирования на ОУ. Ошибки, возникающие при работе и способы их устранения. Схема логарифмического усилителя на ОУ. Основные параметры. Способы повышения точности и устойчивой работы при изменении температуры.</p> <p>Гираторы на ОУ. Схема преобразователя отрицательного сопротивления. Основные соотношения, условие устойчивой работы. Уравнения гиратора на базе двух преобразователей отрицательного сопротивления. Возможность получения больших значений эквивалентной индуктивности. Основные параметры гиратора при работе в колебательном контуре. Схема гиратора на ОУ с глубокими отрицательными обратными связями. Возможность получения частотно-зависимого отрицательного соп</p>
5	Тема 4. Линейно-цифровые узлы микроэлектроники	<p>Преимущества, связанные с переходом с аналоговых на цифровые методы обработки сигналов.</p> <p>Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Типовая структура ЦАП. Основные параметры и характеристики. Требования, предъявляемые к аналоговым ключам и матрице сопротивлений.</p> <p>Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Методы преобразования аналоговых сигналов в цифровые: параллельный, поразрядного считывания и числовой. Типовая структура АЦП параллельного действия.</p>
6	Тема 5. Функциональные устройства микроэлектроники на больших интегральных схемах и области их применения	<p>Функциональные классы БИС: полупроводниковые запоминающие устройства, логические БИС, микропроцессоры, линейные БИС. Линейные БИС радиоэлектронных устройств. Применение БИС в измерительной технике, в цифровом оборудовании радиотехнических систем связи и устройствах управления различными объектами в промышленности</p>
7	Заключение.	<p>Пути улучшения параметров и характеристик функциональных узлов и устройств микроэлектроники. Использование новых материалов и технологических процессов. Переход от узлов и устройств на интегральных схемах к узлам и устройствам функциональной электроники.</p>

## 4.2 Перечень лабораторных работ

<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Исследование интегрального монолитного операционного усилителя.	2
2. Исследование интегральной логической схемы ТТЛ.	3
3. Исследование гибридно-пленочного усилителя низкой частоты.	2
4. Исследование циркулятора на интегральных операционных усилителях.	2
5. Исследование гиратора на интегральных операционных усилителях.	2
6. Исследование активных фильтров на интегральных операционных усилителях.	3
7. Исследование аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразователя.	3
Итого	17

### 4.3 Перечень практических занятий

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Особенности проектирования микроэлектронной аппаратуры: пути решения проблемы устранения крупногабаритных компонент, преимущества активных компонентов перед пассивными (проведение сравнительных расчётов параметров схем на дискретных элементах и на аналогичных им по назначению интегральных схемах).	2
2. Структура, преимущества и основные количественные характеристики дифференциального усилителя.	2
3. Модернизация схемы дифференциального усилителя: цели, пути решения, результаты (в виде изменения количественных характеристик).	2
4. Влияние проходной ёмкости на параметры усилителя. Эффект Миллера.	4
5. Типы обратной связи и их влияние на основные характеристики усилителя.	4
6. Структура и расчёт параметров схемы токового зеркала.	4
7. Модификации токового зеркала и их влияние на характеристики.	2
8. Усилители мощности интегральных схем и их основные характеристики.	2
9. Устойчивость усилителей и нейтрализация проходных ёмкостей.	4
10. Расчет параметров схем сложения и вычитания на операционных усилителях.	4
11. Расчет параметров активных фильтров.	2
12. Основные соотношения, характеризующие работу линейно-цифровых функциональных узлов. Определение ошибок, возникающих при их работе.	2

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
Итого	34

#### **4.4 Курсовое проектирование**

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

#### **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, в том числе в рамках практических занятий и коллоквиумов. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, закон-

спектрированный на лекциях.

Одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы является консультирование. Оно представляет собой взаимодействие между преподавателем и студентами с целью, при необходимости, направить последних в сторону решения той или иной проблемы.

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	2
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	1
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	1
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
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
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>39</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 библ.
Основная литература		
1	Быстров, Юрий Александрович. Электронные цепи и микросхемотехника [Текст] : учеб. для вузов по направлению "Электроника и микроэлектроника" и по специальностям "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и "Электронные приборы и устройства" направления "Электроника и микроэлектроника" / Ю.А. Быстров, И.Г. Мироненко, 2002. -384 с.	146
2	Хоровиц, Пауль. Искусство схемотехники [Текст] / П. Хоровиц, У. Хилл ; пер. с англ. Б.Н. Бронина [и др.], 2003. -704 с.	33
3	Меос, Виталий Александрович. Функциональные узлы и устройства микроэлектроники [Текст] : Лаб. практикум / В.А. Меос; ЛЭТИ им.В.И.Ульянова(Ленина), 1990. -61 с. с.	100
4	Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Функциональные узлы и устройства микроэлектроники" [Текст] / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 1997. -32 с.	9
Дополнительная литература		
1	Шило, Валерий Леонидович. Линейные интегральные схемы в радиоэлектронной аппаратуре [Текст] / В.Л. Шило, 1979. -366 с.	70
2	Титце У. Полупроводниковая схемотехника [Текст] : [справ. руководство] / У. Титце, К. Шенк ; пер. с нем. под ред. А.Г. Алексенко, 1982. -512 с.	54

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Учебное пособие А.А. Миндеева, Микросхемотехника, Москва, 2004 <a href="https://studfile.net/preview/4437239/">https://studfile.net/preview/4437239/</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=12452>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Функциональные узлы и устройства микроэлектроники» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

#### Экзамен

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент не знаком с основными терминами и понятиями, 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 базируется на результатах текущего контроля, удовлетворительного выполнения лабораторных и контрольных работ. В процессе экзамена студент отвечает на два вопроса из разных тем курса, содержащихся в билете. В ходе экзамена с каждым студентом проводится собеседование как по вопросам билета, так и, при необходимости, по темам курса в целом. В процессе экзамена студенту могут быть предложены дополнительные вопросы.

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

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Преимущества микроминиатюризации РЭА и классификация ИМС.
2	Основные направления создания ИМС. Их сравнительная характеристика и преимущества.
3	Линейные интегральные схемы. Их классификация и проблемы, возникающие при их создании.
4	Пути решения проблем, возникающих при создании ЛИС с помощью планарной технологии.
5	Механизм нелинейности пассивных элементов ЛИС.
6	Пути устранения трансформаторов.
7	Идеальный ОУ. Требования к нему, структура.
8	Причины, приводящие к разделению функций между каскадами ОУ и функции каскадов.
9	Дифференциальный усилитель, схема, коэффициенты усиления дифференциального и синфазного сигналов. Коэффициент ослабления синфазного сигнала.
10	Сравнительная характеристика пассивной и активной нагрузок дифференциального усилителя.
11	Частотные свойства транзисторной биполярной структуры.
12	Модернизация входного каскада ОУ путём использования составных транзисторов.
13	Пути устранения температурной неустойчивости и насыщения входного каскада ОУ на составных транзисторах.
14	Требования к источникам неизменного тока и их простейшая схема.
15	Модернизация ИНТ – схема токового зеркала.
16	Погрешности работы токового зеркала.
17	Требования к каскадам усиления напряжения и схема усиления напряжения с использованием токового зеркала.
18	Усилители с глубокой ООС и их свойства.



19	Типы обратной связи и её влияние на свойства усилителя.
20	Реализация различных типов обратной связи в усилителях.
21	Паразитная ОС в транзисторных усилителях, её влияние на усиление. Эффект Миллера.
22	Способы устранения паразитной ОС.
23	Выходные каскады ЛИС, требования к ним, причины нелинейности.
24	Влияние ООС на характеристики выходных каскадов.
25	Причины неустойчивой работы ОУ и коррекция.
26	Схема суммирования на ОУ.
27	Вычитающая схема на ОУ.
28	Логарифмический усилитель на ОУ.

### Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГАОУВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
университет

«ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина)»

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

Дисциплина **Функциональные узлы и устройства микроэлектроники**  
**ФЭЛ**

1. Пути решения проблем, возникающих при создании ЛИС с помощью планарной технологии.
2. Требования к каскадам усиления напряжения и схема усиления напряжения с использованием токового зеркала.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Д.В. Холодняк

### Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Каждая из контрольных работ содержит три вопроса. Примеры вопросов к контрольным работам:

- 1) Линейные интегральные схемы. Их классификация и проблемы, возникающие при их создании.
- 2) Механизм нелинейности пассивных элементов ЛИС.
- 3) Идеальный ОУ. Требования к нему, структура.
- 4) Дифференциальный усилитель, схема, коэффициенты усиления дифференциального и синфазного сигналов. Коэффициент ослабления синфазного сигнала.
- 5) Частотные свойства транзисторной биполярной структуры.
- 6) Пути устранения температурной неустойчивости и насыщения входного каскада ОУ на составных транзисторах.
- 7) Погрешности работы токового зеркала.
- 8) Типы обратной связи и её влияние на свойства усилителя.
- 9) Способы устранения паразитной ОС.
- 10) Причины неустойчивой работы ОУ и коррекция.

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
2	Тема 1. (9 академических часов) Особенности функциональных узлов и устройств микроэлектроники	Отчет по лабораторной работе
3	Тема 2. (14 академических часов) Классификация и основные схемные структуры линейных (аналоговых) узлов микроэлектроники	Коллоквиум
4	Тема 2. (14 академических часов) Классификация и основные схемные структуры линейных (аналоговых) узлов микроэлектроники	Отчет по лабораторной работе
5	Тема 3. (14 академических часов) Основные типы линейных функциональных узлов микроэлектроники	Коллоквиум
6	Тема 3. (14 академических часов) Основные типы линейных функциональных узлов микроэлектроники	Отчет по лабораторной работе
7	Тема 3. (14 академических часов) Основные типы линейных функциональных узлов микроэлектроники	Коллоквиум
9	Тема 3. (14 академических часов) Основные типы линейных функциональных узлов микроэлектроники	Отчет по лабораторной работе
10	Тема 3. (14 академических часов) Основные типы линейных функциональных узлов микроэлектроники	Контрольная работа
12	Тема 3. (14 академических часов) Основные типы линейных функциональных узлов микроэлектроники	Отчет по лабораторной работе
13	Тема 3. (14 академических часов) Основные типы линейных функциональных узлов микроэлектроники	Коллоквиум
15	Тема 4. (14 академических часов) Линейно-цифровые узлы микроэлектроники Тема 5. (13 академических часов) Функциональные устройства микроэлектроники на больших интегральных схемах и области их применения	Отчет по лабораторной работе
16	Тема 4. (14 академических часов) Линейно-цифровые узлы микроэлектроники Тема 5. (13 академических часов) Функциональные устройства микроэлектроники на больших интегральных схемах и области их применения	Контрольная работа
17	Тема 1. (9 академических часов) Особенности функциональных узлов и устройств микроэлектроники Тема 2. (14 академических часов) Классификация и основные схемные структуры линейных (аналоговых) узлов микроэлектроники Тема 3. (14 академических часов) Основные типы линейных функциональных узлов микроэлектроники Тема 4. (14 академических часов) Линейно-цифровые узлы микроэлектроники Тема 5. (13 академических часов) Функциональные устройства микроэлектроники на больших интегральных схемах и области их применения	Коллоквиум

## **6.4 Методика текущего контроля**

### **1. Методика текущего контроля на лекционных занятиях.**

1.1. Текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости (не менее 80% занятий),

### **2. Методика текущего контроля на лабораторных занятиях.**

2.1. Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты.

В процессе обучения по дисциплине студент обязан выполнить 7 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах до 3 человек. Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально 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 подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. 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.

На защите 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.

Примеры контрольных вопросов приведены в методических указаниях по выполнению лабораторных работ.

2.2. Текущий контроль включает в себя:

- выполнение и сдачу в срок отчетов по всем лабораторным работам;
- защиту на коллоквиуме всех лабораторных работ, оценка за которые по четырехбалльной шкале выставляется по следующим критериям:

«отлично» - на заданные вопросы даны исчерпывающие ответы

«хорошо» - вопросы раскрыты не полностью

«удовлетворительно» - ответы в принципе правильны, но в формулировках имеются существенные ошибки

«неудовлетворительно» - отсутствуют ответы на вопросы или содержание ответа не совпадает с поставленным вопросом

### **3. Методика текущего контроля на практических (семинарских) занятиях**

3.1. Текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости (не менее 80% занятий)
- выполнение 2 контрольных работ, оценка за которые по четырехбалльной шкале выставляется по следующим критериям:

«отлично» - вопрос раскрыт полностью, задача решена правильно

«хорошо» - вопрос раскрыт не полностью, задача решена частично

«удовлетворительно» - в ответе на вопрос имеются существенные ошибки; задача не решена или решена неправильно, ход решения правильный

«неудовлетворительно» - отсутствует ответ на вопрос или содержание ответа не совпадает с поставленным вопросом, задача не решена, ход решения неправильный

3.2. Примерные вопросы для контрольных работ на практических занятиях приведены в п.6.2.

3.3. 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.

#### **4. Методика текущего контроля самостоятельной работы студентов.**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, описанным в п.п. 1-3.

## 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, меловая или маркерная доска.	
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом. Лабораторные стенды, предназначенные для исследования активных фильтров, монолитных операционных усилителей, аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей, гираторов, циркуляторов, цифровой схемы ТТЛ и гибридного усилителя низкой частоты на интегральной схеме. Стенды укомплектованы лабораторными макетами, генераторами сигналов, осциллографами и вольтметрами	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, проектор, экран, меловая или маркерная доска, ПК или ноутбук и программное обеспечение	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
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>