

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 03.09.2022 14:13:04  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Проектирование и технология  
микро- и наносистем»



**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

**«КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

по профилю

**«Проектирование и технология микро- и наносистем»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

к.т.н., доц. Антипов Б.Л.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МНЭ  
22.05.2019, протокол № 3

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФЭЛ, 14.06.2019, протокол № 8

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭЛ
Обеспечивающая кафедра	МНЭ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	2
Семестр	4
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	34
Лабораторные занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	75
Всего (академ. часов)	144
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	2

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»**

Рассмотрены основные свойства и характеристики пассивных элементов электронной техники. Дается описание линейных и нелинейных резисторов, конденсаторов различных типов и катушек индуктивности. Описываются их основные характеристики, свойства, особенности изготовления и эксплуатации. Рассматриваются трансформаторы, выпрямители и фильтры на основе пассивных компонентов. Даны материалы по условиям их применения и режимам работы.

## **SUBJECT SUMMARY**

### **«ELECTRONIC COMPONENTS»**

The basic properties and characteristics of passive elements of electronic techniques are considered. The description of linear and nonlinear resistors, condensers of various types and inductance coils is given. Their basic characteristics, properties, features of manufacturing and operation are described. The transformers, rectifiers and filters on the basis of passive components are considered. Materials on conditions of their application and operating are given.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

#### 1. Цели дисциплины:

-изучение принципов действия, конструкции и технологии изготовления компонентов электронной техники;

-изучение основных эксплуатационных характеристик электронных компонентов, умение их выбора для разных видов электронной аппаратуры;

-формирование навыков экспериментальных исследований свойств компонентов электронной техники.

#### 2. Задачи дисциплины:

-знание принципов действия, конструкции и технологии изготовления компонентов электронной техники;

-знание основных эксплуатационных характеристик электронных компонентов, умение их выбора для разных видов электронной аппаратуры;

-приобретение навыков экспериментальных исследований свойств компонентов электронной техники.

3. Знание принципов действия, конструкции и технологии изготовления компонентов электронной техники.

4. Формирование умения освоения основных эксплуатационных характеристик электронных компонентов, умение их выбора для разных видов электронной аппаратуры.

5. Формирование навыков экспериментальных исследований свойств компонентов электронной техники.

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Материалы электронной техники»

2. «Физика»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Диэлектрические материалы и приборы»

2. «Магнитные материалы и приборы»

### 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-4	Готов рассчитывать и проектировать компоненты nano-и микросистемной техники
<i>ПК-4.1</i>	<i>Знает принципы конструирования отдельных блоков компонентов nano-и микросистемной техники</i>
<i>ПК-4.2</i>	<i>Умеет проводить оценочные расчеты характеристик компонентов nano-и микросистемной техники</i>
<i>ПК-4.3</i>	<i>Владеет навыками подготовки принципиальных электрических схем</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	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	2			2
2	Тема 1. Основные характеристики резисторов	4	6		12
3	Тема 2. Основные типы резисторов	4	6		12
4	Тема 3. Основные характеристики электрических конденсаторов	4	6		11
5	Тема 4. Основные типы конденсаторов	4	4		10
6	Тема 5. Индуктивные элементы	4	4		10
7	Тема 6. Соединительные и коммутационные элементы	4	4		8
8	Тема 7. Компоненты преобразовательных устройств	6	4		8
9	Заключение	2		1	2
	Итого, ач	34	34	1	75
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Современное состояние электронной техники. Соотношение между дискретными и интегральными компонентами. Факторы, ограничивающие плотность упаковки элементов в РЭА.
2	Тема 1. Основные характеристики резисторов	Сопротивление и температурный коэффициент сопротивления резисторов. Классы точности. Методы подгонки величины сопротивления. Номинальная мощность рассеяния и график нагрузки резистора. Электрическая прочность резисторов. Нелинейные свойства и шумы резисторов. Специфические параметры переменных резисторов. Виды функциональных характеристик регулирования сопротивления, методы их реализации. Основные характеристики нелинейных полупроводниковых резисторов.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Тема 2. Основные типы резисторов	Классификация резисторов. Сравнительные характеристики постоянных резисторов различных типов, их конструкция. Резисторы общего и специального назначения. Основные типы и конструкции переменных резисторов. Нелинейные полупроводниковые резисторы: термисторы, позисторы, варисторы, фоторезисторы, магниторезисторы.
4	Тема 3. Основные характеристики электрических конденсаторов	Емкость конденсаторов различных конструкций. Температурный коэффициент емкости. Группы по ТКЕ. Сопротивление изоляции и постоянная времени. Явление абсорбции электрических зарядов в конденсаторах. Потери энергии в конденсаторах. Расчет тангенса угла потерь конденсатора с учетом потерь в рабочем и вспомогательном диэлектриках и в металлических частях конденсатора. Индуктивность и полное сопротивление конденсатора. Методы уменьшения индуктивности конденсаторов. Кратковременная и длительная электрическая прочность конденсаторов. Причины старения конденсаторов. Явление поверхностного пробоя. Понятие о надежности и сроке службы конденсаторов. Удельные характеристики конденсаторов, их связь с рабочим напряжением, частотой и стоимостью конденсатора.
5	Тема 4. Основные типы конденсаторов	Классификация конденсаторов. Конструктивно-технологические особенности конденсаторов на основе неорганических диэлектриков. Преимущества керамических конденсаторов. Связь структуры керамики с электрическими характеристиками конденсаторов. Конденсаторы на основе полупроводниковой керамики. Высоковольтные керамические конденсаторы. Конденсаторы на основе синтетических пленок, их преимущества и недостатки. Комбинированные пленочные конденсаторы. Основные разновидности оксидных конденсаторов, их конструктивно-технологические и эксплуатационные особенности. Сравнение оксидных конденсаторов на различных вентильных металлах. Ионисторы, их свойства и применение. Навесные конденсаторы для ГИС. Конденсаторы переменной емкости. Переменные и подстроечные конденсаторы с газообразным и с твердым диэлектриком.
6	Тема 5. Индуктивные элементы	Основные конструкции и методика расчета катушек индуктивности. Индуктивность, собственная емкость и полное сопротивление катушек индуктивности. Добротность катушек индуктивности, методы ее увеличения. Магнитные сердечники катушек индуктивности.
7	Тема 6. Соединительные и коммутационные элементы	Физические процессы в прижимном электрическом контакте. Электрические и механические параметры электрических контактов. Типы соединительных и коммутационных элементов.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
8	Тема 7. Компоненты преобразовательных устройств	Структура блока питания РЭА. Роль трансформатора, его принцип действия. Выбор его конструкции в зависимости от нагрузки. Однополупериодная схема выпрямления: принцип действия, достоинства и недостатки. Расчет параметров и выбор вентеля. Двухполупериодный выпрямитель на трансформаторе со средней точкой. Двухполупериодная мостовая схема выпрямления. Роль фильтров. Емкостные и индуктивные фильтры. LC многосвязные фильтры.
9	Заключение	Влияние элементной базы на конструкцию, технологию изготовления и потребительские свойства современной электронной аппаратуры.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование эксплуатационных характеристик пассивных элементов электронной техники	6
2. Исследование линейных постоянных резисторов	6
3. Исследование переменных резисторов и конденсаторов	6
4. Исследование полупроводниковых резисторов	4
5. Исследование элементов гибридных интегральных микросхем	4
6. Исследование катушек индуктивных на ферритовых сердечниках	4
7. Исследование элементов преобразовательских устройств	4
Итого	34

## 4.3 Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

## 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. 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 деятель-

ности, которые указывают путь решения проблемы.

Самостоятельное изучение студентами теоретических основ дисциплины обеспечено необходимыми учебно-методическими материалами (учебники, учебные пособия, конспект лекций и т.п.), выполненными в печатном или электронном виде.

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регулярных консультаций преподавателей, обеспечивающих практические занятия по дисциплине, за счет бюджета времени, отводимого на консультации (внеаудиторные занятия, относящиеся к разделу «Самостоятельные часы для изучения дисциплины»).

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	10
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	6
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	10
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	10
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	4
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>75</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	Пасынков, Владимир Васильевич. Материалы электронной техники [Текст] : Учеб. для вузов / В.В.Пасынков, В.С.Сорокин, 2001. -367 с.	457
2	Антипов, Борис Львович. Компоненты электронной техники [Текст] : лаб. практикум / Б. Л. Антипов, С. Ю. Овчинников, Е. Л. Солодовникова, 2014. -58, [2] с.	57
Дополнительная литература		
1	Антипов, Борис Львович. Материалы электронной техники. Задачи и вопросы [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальностям электронной техники / Б.Л. Антипов, В.С. Сорокин, В.А. Терехов; под ред. В.А. Терехова, 2001. -208 с.	347
2	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
3	Рычина, Тамара Андреевна. Устройства функциональной электроники и электрорадиоэлементы [Текст] : Учеб. для вузов по спец. "Конструирование и технология радиоэлектронных средств" / Т.М.Рычина, А.В.Зеленский, 1989. -350 с.	20

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Электронные компоненты <a href="http://www.efind.ru/">http://www.efind.ru/</a>
2	Журнал "Компоненты и технологии" <a href="http://www.kit-e.ru/">http://www.kit-e.ru/</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=9253>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Компоненты электронной техники» формой промежуточной аттестации является 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 теорем
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 выполнение лабораторных работ и защита отчетов по лабораторным работам на коллоквиумах.

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

### Примерные вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Соотношение между дискретными и интегральными компонентами. Факторы, ограничивающие плотность упаковки элементов в РЭА.
2	Сопrotивление и температурный коэффициент сопротивления резисторов. Классы точности.
3	Номинальная мощность рассеяния и график нагрузки резистора. Электрическая прочность резисторов. Нелинейные свойства и шумы резисторов. Специфические параметры переменных резисторов.
4	Классификация конденсаторов. Конструктивно-технологические особенности конденсаторов на основе неорганических диэлектриков. Преимущества керамических конденсаторов.
5	Основные конструкции и методика расчета катушек индуктивности. Индуктивность, собственная емкость и полное сопротивление катушек индуктивности. Добротность катушек индуктивности, методы ее увеличения. Магнитные сердечники катушек индуктивности.
6	Физические процессы в прижимном электрическом контакте. Электрические и механические параметры электрических контактов. Типы соединительных и коммутационных элементов.
7	Структура блока питания РЭА. Роль трансформатора, его принцип действия.
8	Однополупериодная схема выпрямления: принцип действия, достоинства и недостатки.

### 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 Компоненты электронной техники ФЭЛ

1. Роль трансформатора, его принцип действия.
2. Соотношение между дискретными и интегральными компонентами.

Факторы, ограничивающие плотность упаковки элементов в РЭА.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В.В. Лучинин

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	Тема 1. Основные характеристики резисторов	
2	Тема 2. Основные типы резисторов	
3	Тема 3. Основные характеристики электрических конденсаторов	
4		Коллоквиум
5	Тема 4. Основные типы конденсаторов	
6	Тема 5. Индуктивные элементы	
7		
8		
9		Коллоквиум
10	Тема 6. Соединительные и коммутационные элементы	
11	Тема 7. Компоненты преобразовательных устройств	
12	Заключение	
13		
14		
15		
16		
17		Коллоквиум

### 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

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Компоненты электронной техники» студент обязан выполнить 7 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждых N лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума на 4, 9, 17 неделях, на которых осуществляется защита лабораторных работ. Выполне-

ние лабораторных работ студентами осуществляется индивидуально. 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 критериях оценивания.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам на коллоквиумах, по результатам которой студент получает допуск на экзамен.

### **самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, опи-

САННЫМ ВЫШЕ.

## 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, маркерная или меловая доска, ПК или ноутбук, экран, проектор	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, персональные компьютеры	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>
1	31.08.2020	Программа актуальна, изменения не требуются	31.08.2020, протокол № 3	к.т.н., доц., Б.Л. Антипов	