

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**

---

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИКНК  
\_\_\_\_\_ Д.П. Зегжда  
«17» июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Электроника и схемотехника»**

Разработчик	Высшая школа компьютерных технологий и информационных систем
Направление (специальность) подготовки	09.03.02 Информационные системы и технологии
Наименование ООП	09.03.02_02 Информационные системы и технологии
Квалификация (степень) выпускника	<b>бакалавр</b>
Образовательный стандарт	<b>СУОС</b>
Форма обучения	<b>Очная</b>

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ А.А. Ефремов

«26» марта 2024 г.

Соответствует СУОС

Утверждена протоколом заседания

высшей школы "ВШКТиИС"

от «26» марта 2024 г. № 1

РПД разработал:

Доцент, к.т.н., доц. А.А. Лавров

## 1. Цели и планируемые результаты изучения дисциплины

### Цели освоения дисциплины

1. Дать студентам основы современных знаний в области электротехники, электроники и схемотехники
2. Заложить теоретические основы для разработки электронных устройств от транзисторного уровня до уровня цифровых систем
3. Научить принципам построения и методам анализа и синтеза электронных устройств и систем, основам их экспериментального исследования и практических расчетов с широким использованием средств вычислительной техники

### Результаты обучения выпускника

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ИД-1 ОПК-1	Понимает основы профессиональной деятельности

### Планируемые результаты изучения дисциплины

#### знания:

- Знает теоретические основы электроники

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

В учебном плане дисциплина «Электроника и схемотехника» не связана ни с одним модулем учебного плана.

Изучение дисциплины базируется на результатах освоения следующих дисциплин:

- Физика
- Факультатив по математике

### 3. Распределение трудоёмкости освоения дисциплины по видам учебной работы и формы текущего контроля и промежуточной аттестации

#### 3.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоёмкость по семестрам
	Очная форма
Лекционные занятия	30
Лабораторные занятия	14
Практические занятия	14
Самостоятельная работа	44
Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)	6
Общая трудоёмкость освоения дисциплины	108, ач
	3, зет

#### 3.2. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Количество по семестрам
	Очная форма
Текущий контроль	
Контрольные, шт.	1
Промежуточная аттестация	
Зачеты с оценкой, шт.	1

### 4. Содержание и результаты обучения

#### 4.1 Разделы дисциплины и виды учебной работы

№ раздела	Разделы дисциплины, мероприятия текущего контроля	Очная форма			
		Лек , ач	Пр, ач	Лаб , ач	СР, ач
1.	Электротехника				
1.1.	Основные законы теории электрических цепей	4	0	0	4

1.2.	Анализ цепей постоянного; переменного токов в установившемся режиме; переходные процессы	6	8	0	4
2.	Электроника и схемотехника				
2.1.	Полупроводниковые приборы, схемы замещения, параметры и характеристики	6	6	0	8
2.2.	Усилительные каскады переменного и постоянного тока; операционные усилители; активные фильтры; нелинейные и импульсные преобразователи.	6	0	8	12
2.3.	Вторичные источники питания, источники эталонного напряжения и тока	4	0	6	6
2.4.	Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи	4	0	0	6
<b>Итого по видам учебной работы:</b>		30	14	14	44
Зачеты с оценкой, ач					2
<b>Часы на контроль, ач</b>					0
<b>Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)</b>		6			
<b>Общая трудоёмкость освоения: ач / зет</b>		108 / 3			

## 4.2. Содержание разделов и результаты изучения дисциплины

Раздел дисциплины	Содержание
<b>1. Электротехника</b>	
<b>1.1. Основные законы теории электрических цепей</b>	Определение, типы и характеристики электрических сигналов. Структурные принципы построения электронных устройств. Идеализированные элементы электрических цепей, их модели, основные соотношения.. Понятие узел, контур, путь электрической цепи. Закон Ома, законы Кирхгофа.
<b>1.2. Анализ цепей постоянного; переменного токов в установившемся режиме; переходные процессы</b>	Анализ электрических цепей на постоянном токе. Анализ электрических цепей при воздействии синусоидального сигнала. Комплексный метод расчета цепей синусоидального тока. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме записи. Анализ цепей под воздействием импульсного сигнала классическим методом на основе решения дифференциальных уравнений. Представление электронных устройств в виде активного четырехполюсника, основные параметры электронных устройств.
<b>2. Электроника и схемотехника</b>	
<b>2.1. Полупроводниковые приборы, схемы замещения, параметры и характеристики</b>	Общие сведения из физики полупроводников: полупроводники p и n типа, собственная и примесная проводимость, полупроводниковый p-n переход, его вольт-амперная характеристика. Диоды, принципы работы, основные параметры, типы (выпрямительные, стабилитроны, светодиоды, фотодиоды, диоды Шоттки), применение. Транзисторы, классификация. Принципы работы биполярных и полевых транзисторов различных типов, основные параметры, режимы работы.
<b>2.2. Усилительные каскады переменного и постоянного тока; операционные усилители; активные фильтры; нелинейные и импульсные преобразователи.</b>	Разновидности усилителей. Методы расчета и определения основных характеристик. Дифференциальные усилители. Основные применения, методы расчета. Усилители мощности. Операционные усилители (ОУ). Определение, основные параметры современных ОУ, методы расчета схем на основе ОУ. Усилители на основе ОУ. Активные фильтры. Схемы сравнения, формирования импульсных сигналов.

<b>2.3. Вторичные источники питания, источники эталонного напряжения и тока</b>	Назначение, основные параметры. Основные структурные схемы построения ВИП (вторичные источники питания). Силовые выпрямители и фильтры, выбор элементов и методы расчета. Стабилизаторы напряжения, основные параметры, классификация. Интегральные стабилизаторы напряжения, основные параметры и схемы включения. Преобразователи напряжения на основе транзисторных инверторов, Структуры, принципы работы, методы расчета. Применение преобразователей напряжения в ВИП
<b>2.4. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи</b>	Преобразователи формы представления информации. Цифроаналоговые преобразователи, принципы работы, основные параметры. Интегральные ЦАП, основные схемы включения, технические характеристики. Аналого-цифровые преобразователи, основные параметры. Классификация структур АЦП, принципы работы различных типов АЦП. Современные интегральные АЦП, основные схемы включения, технические характеристики

## 5. Образовательные технологии

1. В преподавании курса используются лекции в сочетании с лабораторными работами.
2. Современных методы исследования электронных схем с использованием сред - симуляторов освещаются путем демонстрации работы моделей различных схем в ходе лекций.
3. Вопросы экспериментального исследования изучаются на лабораторных занятиях.

## 6. Лабораторный практикум

№ раздела	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ач
		Очная форма
1.	1. Линейные преобразователи сигналов на операционных усилителях. 2. Нелинейные преобразователи сигналов. 3. Генераторы синусоидальных колебаний с постоянной и управляемой частотой. 4. Стабилизаторы постоянного напряжения.	14
Итого часов		14

## 7. Практические занятия

№ раздела	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ач
		Очная форма
1.	1. Исследование частотных характеристик пассивных RC-цепей. 2. Исследование реакции пассивных RC-цепей на прямоугольный импульсный сигнал.	8
2.	3. Силовые преобразователи переменного напряжения в постоянное. 4. Исследование однокаскадных транзисторных усилителей.	6
Итого часов		14

## 8. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

## Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоемкость, ач
	Очная форма
<b>Текущая СР</b>	
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	8
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
самостоятельное изучение разделов дисциплины	8
выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	12
подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
<b>Итого текущей СР:</b>	28
<b>Творческая проблемно-ориентированная СР</b>	
выполнение расчётно-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
исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах	12
анализ данных по заданной теме, выполнение расчётов, составление схем и моделей на основе собранных данных	0
<b>Итого творческой СР:</b>	12
<b>Общая трудоемкость СР:</b>	44

## 9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 9.1. Адрес сайта курса

<https://dl.spbstu.ru/course/modedit.php>



## 9.2. Рекомендуемая литература

### Основная литература

№	Автор, название, место издания, издательство, год (годы) издания	Год изд.	Источник
1	Балтруков Н.Н., Кочетков Ю.Д. Электротехника и электроника , 2011. URL: <a href="http://elib.spbstu.ru/dl/2102.pdf">http://elib.spbstu.ru/dl/2102.pdf</a>	2011	ЭБ СПбПУ

### Дополнительная литература

№	Автор, название, место издания, издательство, год (годы) издания	Год изд.	Источник
1	Виноградов С.Е., Ладанюк Л.Я. Электротехника и электроника. Электрические цепи. Тестовые задачи для контроля знаний студентов: Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2014.	2014	ИБК СПбПУ

### Ресурсы Интернета

1. Дьяченко Ю.Н. Усилительные каскады на основе биполярных транзисторов, 2012. URL:  
<http://elib.spbstu.ru/dl/2538.pdf>: <http://elib.spbstu.ru/dl/2538.pdf>

## 9.3. Технические средства обеспечения дисциплины

При изучении разделов курса по электротехники и электроники используются унифицированные лабораторные стенды с комплектом контрольно-измерительных приборов для проведения натурных экспериментов. Для проведения машинного эксперимента используется среда Proteus VSM 8,13.

При изучении раздела – схемотехника используется среда Proteus VSM 8,13.

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лабораторные работы выполняются в специализированной лаборатории ВШ - лаборатории электроники и схемотехники. Лаборатория оснащена стендами для исследования полупроводников и микросхем, схем на основе операционных усилителей.

## 11. Критерии оценивания и оценочные средства

### 11.1. Критерии оценивания

Для дисциплины «Электроника и схемотехника» формой аттестации является зачёт с оценкой. Дисциплина реализуется с применением системы индивидуальных достижений.

#### Текущий контроль успеваемости

Максимальное значение персонального суммарного результата обучения (ПСРО) по приведенной шкале - 100 баллов

Максимальное количество баллов приведенной шкалы по результатам прохождения двух точек контроля - 80 баллов.

Подробное описание правил проведения текущего контроля с указанием баллов по каждому контрольному мероприятию и критериев выставления оценки размещается в СДО в навигационном курсе дисциплины.

#### Промежуточная аттестация по дисциплине

Максимальное количество баллов по результатам проведения аттестационного испытания в период промежуточной аттестации – 20 баллов приведенной шкалы.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с расписанием.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту без проверки знаний учебно-программного материала, если он выполнил менее 70% лабораторных работ, даже при условии приема преподавателем результатов работ и своевременного оформления этих отчетов по работам в соответствии с требованиями по оформлению отчетов.

Результаты промежуточной аттестации, определяются на основе баллов, набранных в рамках применения, СИД

Баллы по приведенной шкале в рамках применения СИД (ПСРО+ ПА)	Оценка по результатам промежуточной аттестации
	Экзамен/диф.зачет/зачет
0 - 60 баллов	Неудовлетворительно/не зачтено

Баллы по приведенной шкале в рамках применения СИД (ПСРО+ ПА)	Оценка по результатам промежуточной аттестации
	Экзамен/диф.зачет/зачет
61 - 75 баллов	Удовлетворительно/зачтено
76 - 89 баллов	Хорошо/зачтено
90 и более	Отлично/зачтено

## 11.2. Оценочные средства

Оценочные средства по дисциплине представлены в фонде оценочных средств, который является неотъемлемой частью основной образовательной программы и размещается в электронной информационно-образовательной среде СПбПУ на портале etk.spbstu.ru

## 12. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

При изучении данной дисциплины важно показать основные типы электрических сигналов, принципы преобразования электрических сигналов. Ознакомить студентов с различными методиками анализа электрических процессов в электрических цепях и электронных схемах.

Ознакомить студентов с современной элементной базой электроники, принципами работы транзисторов различных типов, основами интегральной микроэлектроники. Привести различные типовые решения реализации электронных узлов как на основе полупроводниковых дискретных элементов, так и на основе современных интегральных микросхем. Ознакомить с проектированием электронных схем и узлов с заранее заданными параметрами.

При проведении лабораторного практикума необходимо тщательно контролировать выполнение студентами всех правил безопасной сборки электронных схем, правильности выполнения монтажа, выполнение всех правил по проведению измерений и фиксации результатов измерений. При приеме отчетов по выполненным работам необходимо проверять полноту отчета - наличие всех необходимых разделов, правильность оформления отчета в соответствии с ГОСТ и отраслевыми требованиями, аккуратность выполнения и техническую грамотность.

Примерный список контрольных вопросов

### Раздел 2.1

1. На какие параметры полупроводниковых диодов влияет температура.

2. Чем отличаются обычные диоды от диодов Шоттки.
3. Какие материалы используются для реализации диодов.
4. Как выбрать конденсатор фильтра по допустимому напряжению для однополупериодного выпрямителя.
5. В чем заключается выигрыш при реализации принципа двухполупериодного выпрямления?
6. Какие свойства диодов используются в выпрямительных устройствах?
7. Принципиальные отличия биполярного транзистора от полевого.
8. На чем основан принцип работы полевого транзистора с управляющим PN переходом.
9. В чем причина конечного быстродействия ключей на биполярных транзисторах?
10. Какое схемотехническое решение обеспечивает максимальное быстродействие ключей на биполярных транзисторах?

## Раздел 2.2

1. Может ли усилитель постоянного тока усиливать сигналы переменного тока?
2. Оцените схемную реализацию “типового транзисторного каскада” с точки зрения выполнения правил согласования при каскадной реализации.
3. Зачем вводится отрицательная обратная связь в схемах транзисторных усилителей?
4. Основное назначение эмиттерного повторителя
5. Для чего используются графоаналитические методы расчета усилителей?
6. Почему усилитель постоянного тока в основном реализуется на основе дифференциального каскада?
7. Что такое идеальный ОУ?
8. Какие реальные свойства ОУ необходимо учитывать и в каких случаях?
9. Назначение повторителя на ОУ.
10. У какой схемной реализации инвертирующего или неинвертирующего усилителя на ОУ входное сопротивление больше?
11. Чем отличается интегральный компаратор от интегрального ОУ?
12. Чем ограничены номиналы внешних элементов в схемах на ОУ сверху?
13. Чем ограничены номиналы внешних элементов в схемах на ОУ снизу?
14. Чем отличается инвертирующий триггер на ОУ от неинвертирующего триггера?
15. Простейшая реализация схемы сравнения на ОУ.
16. Что такое фильтры “высокого порядка”?
17. Какие частоты подавляет ФНЧ, ФВЧ, ПФ?
18. Основные параметры звена фильтра.
19. Необходимые условия существования колебаний в генераторах.
20. Принципы стабилизации амплитуды гармонических колебаний в генераторах.
22. Может ли быть коэффициент усиления неинвертирующего усилителя на ОУ меньше единицы?

## Раздел 2.3

1. Может ли работать релейный стабилизатор напряжения при отсутствии пульсаций выходного напряжения?
2. Чем коэффициент неустойчивости по напряжению отличается от коэффициента неустойчивости по току?
3. Назовите основные преимущества и недостатки импульсных стабилизаторов напряжения по отношению к линейным стабилизаторам напряжения.
4. В какой из схем импульсных преобразователей (однотактной, двухтактной мостовой, двухтактной полумостовой) к ключевому элементу прикладывается наименьшее напряжение?
5. В каких ВИП трансформаторных или бестрансформаторных масса и габариты трансформаторов меньше и по каким причинам?

## Раздел 2.4

1. Почему разрядность ЦАП и АЦП не всегда определяет его точность?
2. В чем отличие Туст от Тпреобр?
3. Основные преимущества интегральных АЦП.
4. Какой вид АЦП преобразования обеспечивает наибольшее быстродействие?
5. Чем определяется время преобразования в АЦП с поразрядным уравниванием?

Примерный список экзаменационных вопросов по курсу «Электроника и схемотехника».

### Раздел электротехника

1. Место аналоговых электронных устройств (ЭУ) в САУ. Функции, выполняемые этими ЭУ.
2. Определение сигнала, модуляции и демодуляции, аналоговая и импульсная модуляции, дискретная выборка.
3. Типовые структурные схемы электронных устройств
4. Идеальные элементы, основные соотношения
5. Основные законы электрических цепей. Анализ электрических цепей на постоянном токе.
6. Анализ электрических цепей при воздействии гармонического сигнала. Комплексное сопротивление емкостного, индуктивного, резистивного элементов. Полное комплексное сопротивление цепи.
7. Расчет простейшей RC- цепочки, находящейся под воздействием гармонического сигнала. Комплексная передаточная функция по напряжению.
8. Анализ цепей под воздействием импульсного сигнала. Законы коммутации. Дифференциальные уравнения, описывающие переходные процессы в простейших RC цепях и их решение. Переходные процессы в простейших RC цепях.
9. Основные параметры и характеристики электронных устройств.
10. ЛАЧХ, виды, правила построения. ЛАЧХ интегрирующей, дифференцирующей и комбинированной RC цепочек.

### Раздел электроника и схемотехника

11. Полупроводники p и n типа. Полупроводниковый pn переход. Вольт - амперная характеристика (ВАХ) pn-перехода.
12. Полупроводниковые диоды. Параметры диодов. Типы диодов.
13. Применение полупроводниковых диодов. Выпрямители, однополупериодная схема, двухполупериодная нулевая схема, мостовая схема.
14. Специальные типы диодов и их применение. Стабилитроны, светодиоды, фотодиоды и диоды Шоттки.
15. Биполярные транзисторы, принцип действия, входные и выходные

характеристики. 16. Полевые транзисторы с управляющим PN-переходом, принцип действия основные характеристики.

17. Полевые транзисторы со структурой МДП, принцип действия основные характеристики. 18. Характеристики  $I_C = F(U_{ЗИ})$  для ПТ разных типов. Вольт амперные характеристики полевых транзисторов. Возможности использования ПТ.

19. Анализ работы транзисторного каскада. Режимы работы: отсечки, насыщения, усиления, переключения.

20. Работа БП транзистора в ключевом режиме, временные диаграммы, способы уменьшения времени задержки.

21. Ключи на полевых транзисторах, временные диаграммы, модификации ключей на полевых транзисторах.

22. Однокаскадный усилитель переменного тока, типовой транзисторный усилительный каскад, графоаналитический метод расчета.

23. Схема усилительного каскада, применяемая на практике, расчет на основе малосигнальной модели, основные характеристики каскада. Общий порядок расчета.

24. Усилительный каскад с отрицательной обратной связью, эмиттерный повторитель, схемы, основные характеристики, особенности.

25. Усилители постоянного тока (УПТ), отличие схем УПТ от схемы типового усилительного каскада переменного тока, основной параметр УПТ.

26. Дифференциальный каскад (дифференциальный усилитель), описание схемы, объяснение принципа работы.

27. Основные параметры дифференциального каскада.

28. Оконечные каскады, усилители мощности класса А, В и АВ, особенности построения, основные характеристики.

29. Понятие и история развития операционных усилителей (ОУ). Типовая структурная схема ОУ.

30. Основные параметры современных ОУ, идеальный ОУ.

31. Классификация ОУ по назначению.

32. Инвертирующие и неинвертирующие усилители на основе ОУ, схема, основные характеристики и параметры, повторитель напряжения.

32. Инвертирующий и неинвертирующий сумматор, дифференциальный усилитель сигналов на основе ОУ.

33. Интегратор и дифференциатор на основе ОУ, применение, требования к ОУ при построении интегратора.

34. Нелинейные схемы на основе ОУ, выпрямитель на основе ОУ, усилитель с переменным коэффициентом передачи.

35. Компаратор по схеме сравнения напряжений и по схеме сравнения токов.

36. Инвертирующие и неинвертирующие триггеры Шмидта на основе ОУ, компаратор выполненный по схеме сравнения напряжений с ПОС.

37. Мультивибратор на основе ОУ, расчет временных параметров, несимметричный мультивибратор, ждущий

мультивибратор. 38. Таймер NE 555, Схема мультивибратора на базе таймера NE 555. 39. Генератор треугольного напряжения и ШИМ на основе ОУ. 40. Генераторы гармонических колебаний. Принципы построения генераторов. 41. Генератор гармонических колебаний по схеме моста Вина, проблема запуска и стабилизация амплитуды выходного напряжения. 42. Основные типы и параметры первичных источников питания. 43. Основные структуры ВИП Особенности ВИП с бестрансформаторным входом.

44. Стабилизаторы напряжения (СН). Классификация и основные параметры. 45. Параметрические стабилизаторы постоянного напряжения, принцип действия, основные параметры.

45. Компенсационные стабилизаторы напряжения (последовательного типа), основные соотношения, расчет, методы защиты от перегрузок и коротких замыканий. 46. Интегральные СН, схемы включения и основные параметры.

47. Импульсные стабилизаторы напряжения, общие сведения, сравнительные характеристики импульсных и линейных СН.

48. Импульсные стабилизаторы напряжения с релейным регулированием, требования к элементам, КПД релейного стабилизатора.

49. Импульсные стабилизаторы напряжения с ШИМ, Схемы понижающего импульсного стабилизатора, повышающего импульсного стабилизатора, схема инвертирующего импульсного стабилизатора. 50. Интегральные импульсные стабилизаторы напряжения с ШИМ Схемы включения МС 1156ЕУ1 ( $\mu$ A78S40).

51. Ключевые преобразователи напряжения (КПН), классификация. Трансформаторы двухтактных и однотактных КПН. 53. Однотактные обратноходовые КПН (или flyback-конвертор), общие сведения, электрическая схема, временные диаграммы. 53. Однотактные прямоходовые КПН (или Forward-конвертор), общие сведения, электрическая схема, временные диаграммы.

54. Двухтактные преобразователи напряжения, мостовая, полумостовая схема, особенности проектирования.

55. ЦАП, общие сведения, классификация, схема с ШИМ.

56. ЦАП преобразователи, схема с суммированием весовых токов и ЦАП на основе матрицы R-2R.



- 57.ЦАП, основные статические и динамические параметры.и обработка чисел имеющих знак,
- 58.ЦАП с последовательным и параллельным входным интерфейсом.
59. АЦП – общие сведения, классификация. АЦП с непосредственным считыванием информации.
- 60.АЦП последовательного счета(с последовательным уравниванием) и АЦП с поразрядным уравниванием.
61. Классификация АЦП по применению, основные параметры. Последовательные и параллельные интерфейсы АЦП

### **13. 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.