

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

### Электротехника и электроника

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и наноэлектронной техники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Тюрин В.А. (Кафедра радиофизики, Высшая школа киберфизических систем и прикладной электроники), Vladimir.Tiourin@kpfu.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования
ПК-2	Готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные законы токопрохождения и методы расчета режимов электрических цепей;
- принцип действия основных электронных компонентов;
- основные принципы и приемы построения электронных схем;

Должен уметь:

- соотносить математическое описание с физикой процессов, происходящих в элек-тронных устройствах;
- определить неисправность электронного устройства, используя знания основных свойств полупроводниковых приборов и режимов их работы;

Должен владеть:

- основными методами анализа режимов постоянного тока и частотных свойств электронных устройств.
- навыками работы с информационными технологиями, а также учебной и научной литературой.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- совершенствовать и повышать свой интеллектуальный и общекультурный уровень
- самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности
- профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.16 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника (Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и наноэлектронной техники)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 109 часа(ов), в том числе лекции - 34 часа(ов), практические занятия - 34 часа(ов), лабораторные работы - 40 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 35 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Линейные цепи постоянного тока. Проводимость веществ. Зонные диаграммы. Электрический ток. Электрическая цепь. Источники ЭЭ. Приемники ЭЭ. Связывающие устройства. вспомо-гательные устройства. Классификация ЭЦ. Схема ЭЦ. Идеальные элементы цепи.	4	2	0	2	0	2	0	2
2.	Тема 2. Линейные цепи постоянного тока. Соединение элементов цепи. Закон Ома для участка цепи и для полной цепи. Законы Кирхгофа. Напряжение и мощность в ЭЦ. Режимы работы цепи.	4	2	0	2	0	2	0	2
3.	Тема 3. Линейные цепи синусоидального тока. Получение синусоидальной ЭДС. Способы представ-ления и параметры синусоидальных функций. Идеальные элементы в цепи синусоидального тока. Законы Ома и Кирхгофа для синусоидального тока. RL и RC-двухполюсники в цепи си-нусоидального тока. Добротность. Треугольники напряжений, сопротивлений, мощностей.	4	2	0	2	0	2	0	2
4.	Тема 4. Линейные цепи синусоидального тока. Мощность в цепях переменного тока. Коэффициент мощности. Последовательный RLC-двухполюсник (последовательный колебательный контур) при синусоидальном воздействии. Резонанс напряжений. Параллельный RLC-двухполюсник (параллельный колебательный контур) при синусоидальном воздействии. Резонанс токов.	4	2	0	2	0	2	0	2
5.	Тема 5. Трехфазные линейные цепи переменного тока. Трехфазные линейные цепи переменного тока. Основные понятия трехфазной системы энергоснабжения. Соединение обмоток генератора звездой и треугольником.	4	2	0	2	0	2	0	2
6.	Тема 6. Трехфазные линейные цепи переменного тока. Трехфазная цепь "звезда" - "звезда" с нейтраль-ным проводом. Трехфазная цепь "звезда" - "звезда" без нейтрального провода. Трехфазная цепь "звезда" - "треугольник". Мощность трехфазного потребителя (приемника).	4	2	0	2	0	2	0	2

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
7.	Тема 7. Полупроводниковые приборы и устройства. Собственные и примесные полупроводники, их проводимость. Электронно-дырочный переход (ЭДП). Симметричный и несимметричный пе-реходы в равновесном состоянии и при внешнем воздействии. Вольт-амперная характе-ристика.	4	2	0	2	0	2	0	2
8.	Тема 8. Полупроводниковые приборы и устройства. Параметры перехода ? дифференциальная прово-димость, барьерная и диффузионная емкости. Контакт металл-полупроводник. Выпрямляю-щий и омический контакты.	4	2	0	2	0	2	0	2
9.	Тема 9. Полупроводниковые диоды. Основные типы диодов - выпрямительный диод. Стабилитрон. Универсальный и импульсный диоды, диод Шоттки. Туннельный диод. Варикап. Их основ-ные параметры, характеристики и применение.	4	2	0	2	0	2	0	2
10.	Тема 10. . Биполярный транзистор. Определение биполярного транзистора. Условное графическое изображение. Упрощенная внутренняя структура. Принцип действия. Режимы работы и вклю-чение биполярного транзистора. Вольт-амперные характеристики ОБ и ОЭ.	4	2	0	2	0	2	0	2
11.	Тема 11. Полевые транзисторы. Устройство и принцип действия полевых транзисторов с управляющим р-n переходом и изолированным затвором. Статические характеристики, параметры и приме-нение.	4	2	0	2	0	2	0	2
12.	Тема 12. Усилительные устройства. Определение, основные понятия и классификация усилителей. Ос-новные характеристики ? амплитудная, амплитудно-частотная, фазо-частотная, переходная ха-рактеристики.	4	2	0	2	0	4	0	2
13.	Тема 13. Усилительные устройства. Усилительный каскад с общим эмиттером и общим истоком. Режим постоянного тока и классы усиления. Принцип усиления. Дифференциальный усилитель.	4	2	0	2	0	4	0	2

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тель-ная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
14.	Тема 14. Отрицательные обратные связи в усилителях. Определение и общие положения. Положитель-ные и отрицательные обратные связи (вид). Параллельные и последовательные ООС. ООС по напряжению и току (тип). Влияние ООС на основные характеристики усилителя.	4	2	0	2	0	2	0	2
15.	Тема 15. Элементы аналоговой микроэлектроники. Операционный усилитель. Определение операци-онного усилителя (ОУ), обозначение и упрощенная внутренняя структура ОУ. Основные ха-рактеристики операционных усилителей и их классификация. Понятие идеального ОУ	4	2	0	2	0	2	0	2
16.	Тема 16. Функциональные устройства на основе операционного усилителя. Инвертирующий и неин-вертирующий усилители. Повторитель. Инвертирующий сумматор. Интегратор. Дифференци-атор. Интегросумматор. Однопороговый компаратор. Триггер Шмитта.	4	2	0	2	0	2	0	2
17.	Тема 17. Генераторы синусоидальных колебаний. Определение генератора. Понятие автоколебательной системы. Условия баланса фаз и баланса амплитуд. Генераторы синусоидальных колебаний: RC -генераторы и LC-генераторы.	4	1	0	1	0	2	0	2
18.	Тема 18. Релаксационные генераторы. Автоколебательный мультивибратор. Ждущий мультивибратор. Мультивибратор, управляемый напряжением. Генератор линейно изменяющегося напряжения.	4	1	0	1	0	2	0	1
	Итого		34	0	34	0	40	0	35

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1. Линейные цепи постоянного тока. Проводимость веществ. Зонные диаграммы. Электрический ток. Электрическая цепь. Источники ЭЭ. Приемники ЭЭ. Связывающие устройства. вспомо-гательные устройства. Классификация ЭЦ. Схема ЭЦ. Идеальные элементы цепи.**

Электрической цепью постоянного тока называют совокупность устройств и объектов: источников электрической энергии, преобразователей, потребителей, коммутационной, защитной и измерительной аппаратуры, соединительных проводов или линии электропередачи.

Электрические и электромагнитные процессы в этих объектах описываются с помощью понятий об электродвижущей силе (ЭДС - E), токе (I) и напряжении (U).

**Тема 2. Линейные цепи постоянного тока. Соединение элементов цепи. Закон Ома для участка цепи и для полной цепи. Законы Кирхгофа. Напряжение и мощность в ЭЦ. Режимы работы цепи.**

Виды соединения электрических элементов. Последовательное соединение - такое соединение элементов, при котором в них протекает один и тот же ток. На рис. 1.10 только два резистора соединены последовательно, это резисторы R3 и R4. Параллельное соединение - такое соединение элементов, к которым прикладывается одно и то же напряжение. На рис. 1.10 только два резистора соединены параллельно, это резисторы R8 и R9. Соединение звездой - такое соединение, когда из узла выходит три и более ветви с элементами. Звезда может состоять из трех и более лучей, содержащих элементы.

**Тема 3. Линейные цепи синусоидального тока. Получение синусоидальной ЭДС. Способы представления и параметры синусоидальных функций. Идеальные элементы в цепи синусоидального тока. Законы Ома и Кирхгофа для синусоидального тока. RL и RC-двухполюсники в цепи синусоидального тока. Добротность. Треугольники напряжений, сопротивлений, мощностей.**

Под переменным синусоидальным током понимается ток, изменяющийся во времени как по величине, так и по направлению по синусоидальному закону. Преимущества синусоидального тока перед постоянным: легче и дешевле получение; его легко передавать на большие расстояния из-за возможности изменять напряжение с помощью трансформатора; электрические машины переменного тока дешевле и проще по сравнению с двигателями постоянного тока.

Все методы расчета линейных электрических цепей при постоянных токах и напряжениях целиком распространяются на электрические цепи без взаимной индукции при синусоидальных токах и напряжениях. При этом токи, ЭДС и сопротивления должны входить в уравнения электрического состояния в виде комплексов. Основными законами, применяемыми для расчета электрических цепей, являются законы Ома и Кирхгофа.

**Тема 4. Линейные цепи синусоидального тока. Мощность в цепях переменного тока. Коэффициент мощности. Последовательный RLC-двухполюсник (последовательный колебательный контур) при синусоидальном воздействии. Резонанс напряжений. Параллельный RLC-двухполюсник (параллельный колебательный контур) при синусоидальном воздействии. Резонанс токов.**

В цепи переменного тока ток и напряжение изменяются по гармоническому закону, и между ними может быть ещё фазовый сдвиг. Учитывая это, можно говорить о мгновенной мощности, мощности в конкретный момент времени  $t$ . Активная мощность. В результате простых тригонометрических преобразований (формула произведения синусов) получили два слагаемых, - имеет постоянное значение. Где - фазовый угол между током и напряжением. Эта мощность получила название активная мощность. Множитель называется "коэффициент мощности". Если ток и напряжение совпадают по направлению, т.е.  $\varphi = 0$ , то  $\cos \varphi = 1$  и активная мощность максимальна (в цепи отсутствуют реактивные элементы).

Последовательный колебательный контур - это цепь, состоящая из катушки индуктивности и конденсатора, которые соединяются последовательно. Идеальный последовательный колебательный контур. На схемах идеальный последовательный колебательный контур обозначается вот так: где  $L$  - индуктивность,  $C$  - емкость,  $\Phi$ . Реальный последовательный колебательный контур. Реальный колебательный контур имеет сопротивление потерь катушки и конденсатора.

Параллельным колебательным контуром, называется цепь, составленная из катушки индуктивности и конденсатора, подключенных параллельно входным зажимам, к которым может быть присоединен генератор или другие элементы цепи.

**Тема 5. Трёхфазные линейные цепи переменного тока. Трёхфазные линейные цепи переменного тока. Основные понятия трёхфазной системы энергоснабжения. Соединение обмоток генератора звездой и треугольником.**

Источником трёхфазного напряжения является трёхфазный генератор, на статоре которого (см. рис. 1) размещена трёхфазная обмотка. ... Как видно из схемы на рис. 6, при соединении в звезду линейные токи и равны соответствующим фазным токам. При наличии нейтрального провода ток в нейтральном проводе. Если система фазных токов симметрична, то  $I_n = 0$ . Следовательно, если бы симметрия токов была гарантирована, то нейтральный провод был бы не нужен. Как будет показано далее, нейтральный провод обеспечивает поддержание симметрии напряжений на нагрузке при несимметрии самой нагрузки.

**Тема 6. Трёхфазные линейные цепи переменного тока. Трёхфазная цепь "звезда" - "звезда" с нейтральным проводом. Трёхфазная цепь "звезда" - "звезда" без нейтрального провода. Трёхфазная цепь "звезда" - "треугольник". Мощность трёхфазного потребителя (приемника).**

Понятия "звезда" и "треугольник" неразрывно связаны с системами трёхфазного переменного тока, и начинающие электрики или люди далёкие от электричества не понимают значения этих слов и... 53. Но питающих провода в трёхфазной сети у нас 3 или 4. Отсюда возникает вопрос: "Как правильно соединить шесть концов обмоток с тремя питающими проводами?". ... Итак, звезда и треугольник - это названия схем соединения потребителей в трёхфазной электросети как обмоток электродвигателей, трансформаторов, так и любой другой нагрузки. "Звезда".

**Тема 7. Полупроводниковые приборы и устройства. Собственные и примесные полупроводники, их проводимость. Электронно-дырочный переход (ЭДП). Симметричный и несимметричный переходы в равновесном состоянии и при внешнем воздействии. Вольт-амперная характеристика.**

Собственный полупроводник - это полупроводник, в котором отсутствуют примесные атомы другой валентности, влияющие на его электропроводность. Естественно, в реальных материалах в кристаллической решетке всегда существуют примеси, но у собственных полупроводников их концентрация пренебрежимо мала.

найдено на [bibl.rusoil.net](http://bibl.rusoil.net)

Примесный полупроводник - это полупроводник, электрические свойства которого определяются, в основном, примесями других химических элементов. Примеси - легирующие вещества. Различают два основных вида примесей, которые используются для преднамеренного легирования полупроводников и создающих преимущественно электронный или дырочный тип проводимости.

**Тема 8. Полупроводниковые приборы и устройства. Параметры перехода ? дифференциальная проводимость, барьерная и диффузионная емкости. Контакт металл-полупроводник. Выпрямляющий и омический контакты.**

Электронно-дырочный (р-п) переход - это область пространства на границе раздела проводников р- и п-типа. Обладает уникальными свойствами:

Содержит объёмные заряды

Является потенциальным барьером

Обладает односторонней проводимостью

Становится нелинейной управляемой ёмкостью

Изменяет концентрацию носителей заряда в прилегающих областях на расстоянии диффузионной длины

**Тема 9. Полупроводниковые диоды. Основные типы диодов - выпрямительный диод. Стабилитрон. Универсальный и импульсный диоды, диод Шоттки. Туннельный диод. Варикап. Их основные параметры, характеристики и применение.**

Диод - электронный прибор с двумя (иногда тремя) электродами, обладающий односторонней проводимостью.

Электрод, подключенный к положительному полюсу прибора, называют анодом, к отрицательному - катодом. Если к прибору приложено прямое напряжение, то он находится в открытом состоянии, при котором сопротивление мало, а ток протекает беспрепятственно. Если прикладывается обратное напряжение, прибор, благодаря высокому сопротивлению, является закрытым. Обратный ток присутствует, но он настолько мал, что условно принимается равным нулю.

Содержание статьи

Общая классификация

Неполупроводниковые

Полупроводниковые

Виды диодов по размеру перехода

Виды диодов по материалу изготовления

Виды диодов по частотному диапазону

Применение диодов

Выпрямительные диоды

Диодные детекторы

Ограничительные устройства

Диодные переключатели

Диодная искрозащита

Параметрические диоды

Смесительные диоды

Умножительные диоды

Настроечные диоды

Генераторные диоды

Виды диодов по типу конструкции

Стабилитроны (диоды Зенера)

Стабисторы

Диоды Шоттки

Варикапы

Туннельные диоды

Тиристоры

Симисторы

Динисторы

Диодные мосты

Фотодиоды

Светодиоды



## Инфракрасные диоды

Диоды Ганна

Магнитодиоды

Лазерные диоды

Лавинные и лавинно-пролетные диоды

PIN-диоды

Триоды

Маркировка диодов

Общая классификация

Диоды делятся на большие группы - неолупроводниковые и полупроводниковые.

### Неолупроводниковые

Одной из наиболее давних разновидностей являются ламповые (электровакуумные) диоды. Они представляют собой радиолампы с двумя электродами, один из которых нагревается нитью накала. В открытом состоянии с поверхности нагреваемого катода заряды движутся к аноду. При противоположном направлении поля прибор переходит в закрытую позицию и ток практически не пропускает.

Еще один вид неолупроводниковых приборов - газонаполненные, из которых сегодня используются только модели с дуговым разрядом. Газотроны (приборы с термокатадами) наполняются инертными газами, ртутными парами или парами других металлов. Специальные оксидные аноды, используемые в газонаполненных диодах, способны выдерживать высокие нагрузки по току.

### Полупроводниковые

В основе полупроводниковых приборов лежит принцип р-п перехода. Существует два типа полупроводников - р-типа и п-типа. Для полупроводников р-типа характерен избыток положительных зарядов, п-типа - избыток отрицательных зарядов (электронов). Если полупроводники этих двух типов находятся рядом, то возле разделяющей их границы располагаются две узкие заряженные области, которые называются р-п переходом. Такой прибор с двумя типами полупроводников с разной примесной проводимостью (или полупроводника и металла) и р-п-переходом называется полупроводниковым диодом. Именно полупроводниковые диодные устройства наиболее востребованы в современных аппаратах различного назначения. Для разных областей применения разработано множество модификаций таких приборов.

Маркировка полупроводниковых диодов

Полупроводниковые диоды

Виды диодов по размеру перехода

По размерам и характеру р-п перехода различают три вида приборов - плоскостные, точечные и микросплавные.

Плоскостные детали представляют одну полупроводниковую пластину, в которой имеются две области с различной примесной проводимостью. Наиболее популярны изделия из германия и кремния. Преимущества таких моделей - возможность эксплуатации при значительных прямых токах, в условиях высокой влажности. Из-за высокой барьерной емкости они могут работать только с низкими частотами. Их главные области применения - выпрямители переменного тока, устанавливаемые в блоках питания. Эти модели называются выпрямительными.

Точечные диоды имеют крайне малую площадь р-п перехода и приспособлены для работы с малыми токами.

Называются высокочастотными, поскольку используются в основном для преобразования

### **Тема 10. . Биполярный транзистор. Определение биполярного транзистора. Условное графическое изображение. Упрощенная внутренняя структура. Принцип действия. Режимы работы и включение биполярного транзистора. Вольт-амперные характеристики ОБ и ОЭ.**

Биполярный транзистор - прибор, состоящий из трех полупроводниковых областей с чередующимся типом проводимости (п-р-п или р-п-р) с двумя р-п-переходами, пригодный для усиления, генерации и переключения электрических сигналов. Основа принципа его действия состоит в том, что ток прямо смещенного р-п-перехода вызывает изменение тока другого перехода, смещенного в обратном направлении, т.е. это - прибор, управляемый током.

### **Тема 11. Полевые транзисторы. Устройство и принцип действия полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и изолированным затвором. Статические характеристики, параметры и применение.**

Полевой (униполярный) транзистор - полупроводниковый прибор, принцип действия которого основан на управлении электрическим сопротивлением токопроводящего канала поперечным электрическим полем, создаваемым приложенным к затвору напряжением.

Область, из которой носители заряда уходят в канал, называется истоком, область, в которую они уходят из канала, называется стоком, электрод, на который подается управляющее напряжение, называется затвором.

### **Тема 12. Усилительные устройства. Определение, основные понятия и классификация усилителей. Основные характеристики ? амплитудная, амплитудно-частотная, фазо-частотная, переходная характеристики.**

Электронный усилитель - устройство, способное усиливать электрическую мощность сигнала с малыми искажениями его формы, то есть, имеющие коэффициент усиления по мощности больше 1. Устройства, усиливающие только ток или напряжение (например, трансформаторы) усилителями не являются. Принцип работы электронного усилителя основан на изменении активного или реактивного сопротивления проводимости применённых в усилителе в активных электронных приборах в газах, вакууме и полупроводниках под воздействием сигнала малой мощности[4]. Энергия необходимая для усиления мощности отбирается усилителем от источника его питания, обычно в качестве источника питания используются источники постоянного тока.

Электронный усилитель может представлять собой как самостоятельное устройство, так и блок (функциональный узел) в составе какой-либо аппаратуры - радиоприёмника, магнитофона, измерительного прибора и т. д.

**Тема 13. Усилительные устройства. Усилительный каскад с общим эмиттером и общим истоком. Режим постоянного тока и классы усиления. Принцип усиления. Дифференциальный усилитель.**

1. усилители переменного тока - усиливают сигналы из диапазона и от  $f_n > 0$  до  $f_v$ , постоянная составляющая не усиливается; 2. усилители постоянного тока (УПТ) - усиливают. сигналы в полосе пропускания. от. ... 1. Усилители прямого усиления (без промежуточного преобразования частоты). 2. Усилители с преобразованием частоты. ... Если  $U_{вх} > U_{вх\max}$  линейность характеристики нарушается и наступает режим насыщения, когда увеличение  $U_{вх}$  не приводит к увеличению  $U_{вых}$ . В это время усилительный элемент начинает работать на нелинейном участке ВАХ, форма выходного сигнала сильно искажается и возрастание  $U_{вых}$  прекращается, несмотря на рост  $U_{вх}$ .

**Тема 14. Отрицательные обратные связи в усилителях. Определение и общие положения. Положительные и отрицательные обратные связи (вид). Параллельные и последовательные ООС. ООС по напряжению и току (тип). Влияние ООС на основные характеристики усилителя.**

В усилителях под обратной связью (ОС) подразумевается такая электрическая связь, при которой часть энергии усиленного сигнала с выхода усилителя подается обратно на его вход.

Различают, по признаку усиления, положительную обратную связь (ПОС) и отрицательную обратную связь (ООС).

При положительной ОС сигнал на вход усилителя поступает в фазе со входным сигналом. При отрицательной ОС сигнал будет подаваться в противофазе с входным сигналом.

**Тема 15. Элементы аналоговой микроэлектроники. Операционный усилитель. Определение операционного усилителя (ОУ), обозначение и упрощенная внутренняя структура ОУ. Основные характеристики операционных усилителей и их классификация. Понятие идеального ОУ**

Операционный усилитель (ОУ; англ. operational amplifier, OpAmp) - усилитель постоянного тока с дифференциальным входом и, как правило, единственным выходом, имеющий высокий коэффициент усиления. ОУ почти всегда используются в схемах с глубокой отрицательной обратной связью, которая, благодаря высокому коэффициенту усиления ОУ, полностью определяет коэффициент усиления/передачи полученной схемы.

В настоящее время ОУ получили широкое применение, как в виде отдельных чипов, так и в виде функциональных блоков в составе более сложных интегральных схем. Такая популярность обусловлена тем, что ОУ является универсальным блоком с характеристиками, близкими к идеальным, на основе которого можно построить множество различных электронных узлов.

**Тема 16. Функциональные устройства на основе операционного усилителя. Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Повторитель. Инвертирующий сумматор. Интегратор. Дифференциатор. Интегросумматор. Однопороговый компаратор. Триггер Шмитта.**

На основе ОУ строят функциональные узлы для выполнения различных математических операций : повторитель, выходной сигнал которого практически равен входному, интегратор, выходной сигнал которого пропорционален интегралу по времени от его входного сигнала, дифференциатор, выходной сигнал которого пропорционален производной от его входного сигнала, избирательный усилитель, усиливающий входной сигнал в узкой полосе частот, сумматор, выходное напряжение которого равно инвертированной сумме входных напряжений, и др. Параметры компонентов схемы определяют из условия получения приемлемой точности выполнения операций.

**Тема 17. Генераторы синусоидальных колебаний. Определение генератора. Понятие автоколебательной системы. Условия баланса фаз и баланса амплитуд. Генераторы синусоидальных колебаний: RC-генераторы и LC-генераторы.**

Под генератором синусоидальных колебаний понимается такое устройство, которое преобразует электрическую энергию источников питания в энергию незатухающих колебаний синусоидальной формы. Являясь источником электрических колебаний, генераторы широко используются в различных сферах.

Тремя основными типами генераторов синусоидальных колебаний являются LC генераторы, кварцевые генераторы и RC генераторы. LC генераторы используют колебательный контур из конденсатора и катушки индуктивности, соединенных либо параллельно, либо последовательно, параметры которых определяют частоту колебаний. Кварцевые генераторы подобны LC генераторам, но обеспечивают более высокую стабильность колебаний. LC генераторы и кварцевые генераторы используются в диапазоне радиочастот. ... Для этого требуется обеспечить работу кварцевых резонаторов на их гармонических частотах. Обычно используются нечетные гармоники

**Тема 18. Релаксационные генераторы. Автоколебательный мультивибратор. Ждущий мультивибратор. Мультивибратор, управляемый напряжением. Генератор линейно изменяющегося напряжения.**

К релаксационным генераторам относятся генераторы треугольных и пилообразных колебаний, а также ждущий и автоколебательный вибраторы.

Основным элементом релаксационных генераторов считается триггер Шмитта, который по-другому называется регенеративным компаратором. Этот прибор изготовлен в виде операционного усилителя с резистивной положительной обратной связью.

В релаксационных генераторах колебания возбуждаются и поддерживаются в пассивных цепях. Цепи не обладают некоторыми колебательными свойствами. За каждый колебательный период в генераторе часть колебательной энергии теряется, но потом снова восстанавливается. Длительность периода генерируемых колебаний определяется процессом установления равновесия цепей, т. е. релаксации. Форма колебаний определяется свойствами активного элемента и колебательных цепей. Она может варьироваться от скачкообразных разрывных колебаний до гармонических колебаний. Способность изменять форму колебаний дает возможность применять релаксационный генератор при получении электрических колебаний определенной формы. Это могут быть прямоугольные импульсы, пилообразное напряжение и т. д. Кроме этого, генераторы используются для генерации гармонических колебаний сверхнизких и звуковых частот.

Релаксационным генератором электрических колебаний разрывного типа является мультивибратор. Название его произошло от латинского слова *vinco*, что означает "колеблю". Термин "мультивибратор" предложил голландский ученый-физик Ван дер Поль. В отличие от моновибратора, каковым является генератор синусоидальных колебаний, название мультивибратора указывает на многочисленность гармоник спектра генерируемых колебаний.

Мультивибраторы бывают симметричными и несимметричными.

В симметричных мультивибраторах длительность рабочих тактов одинакова, в несимметричных мультивибраторах длительность различна. Как правило, самыми распространенными мультивибраторами считаются мультивибраторы, основанные на транзисторах, электронных лампах, интегральных схемах, тиристорах. В устройствах на транзисторах усилители возбуждаются по очереди, такие мультивибраторы называются двухфазовые. В двух периодах времени возбуждается сначала один усилитель, затем другой. Динамическое состояние возбужденного усилителя определяет чередование фаз. Усилитель возбуждается при определенном достаточном количестве напряжения на входе, которое отпирает закрытый транзистор. При использовании усилителями мультивибратора транзисторов разного типа оба возбуждаются одновременно и одновременно в определенный момент времени переходят в невозбужденное состояние. Переход усилителей из возбужденного состояния и наоборот обуславливается соотношением определенных сил токов в базовой и коллекторных цепях. Принцип действия мультивибратора схож с механизмом работы блокинг-генератора.

Мультивибратор выполняет самые различные функции, он выступает в роли генератора или формирователя импульсов, бесконтактного переключателя, делителя частоты и т. д. Подобные устройства используются в вычислительной, измерительной технике, автоматике, реле времени и т. д.

Релаксационные генераторы, а среди них и мультивибратор, работают в ждущем и автоматическом режимах. Когда подается импульс запуска, который является управляющим сигналом, мультивибратор выходит из ждущего режима и генерирует рабочий импульс. После генерации импульса мультивибратор снова переходит в состояние покоя. Подобный режим чаще всего используется при генерировании импульсов, у которых строго обозначена форма. Наряду с двухфазными генераторами существуют также многофазные мультивибраторы. па: мультивибратор, блокинг-генератор, ГЛИН.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Сайт кафедры радиофизики - <http://radiosys.ksu.ru>

Сайт учебных пособий кафедры радиофизики - <http://student.istamendil.info>

ЭБС Знаниум - <http://znanium.com/>

ЭБС Лань - <http://e.lanbook.com/>

#### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

#### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Сайт кафедры радиофизики - <http://radiosys.ksu.ru>

Сайт учебных пособий кафедры радиофизики - <http://student.istamendil.info>

ЭБС Знаниум - <http://znanium.com/>

ЭБС КнигаФонд - <http://www.knigafund.ru/>

ЭБС Лань - <http://e.lanbook.com/>

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Цель лекции: организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины. Важным критерием в работе с лекционным материалом является подготовка студентов к сознательному восприятию преподаваемого материала. При подготовке студента к лекции необходимо, накануне лекции просматривание записей предыдущей лекции для восстановления в памяти ранее изученного материала; ознакомление с заданиями для самостоятельной работы, включенными в программу, подбор литературы. Внимательно слушающий студент напряженно работает - анализирует излагаемый материал, выделяет главное, обобщает с ранее полученной информацией и кратко записывает. Конспект лекции позволяет ему обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем он смог восстановить в памяти основные, содержательные моменты. В конспекте лекции обязательно записываются название темы лекции, основные вопросы плана, рекомендованная литература. Текст лекции должен быть разделен в соответствии с планом. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п., с тем чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к семинарам, практическим занятиям, зачету для дальнейшего изучения тем.</p>
практические занятия	<p>Лекция закладывает основы научных знаний в обобщенной форме, а практические занятия направлены на расширение и детализацию этих знаний, на выработку и закрепление навыков профессиональной деятельности. Главная цель практических занятий - обеспечить студентам возможность овладеть навыками и умениями использования теоретического знания применительно к особенностям изучаемой отрасли. На практических занятиях обучающиеся овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе учебной и производственной практики. В процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения</p>

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>1. Изучение теоретической части, работа с литературой.                      К изучению теоретической части необходимо приступать после индивидуальной беседы с преподавателем. Преподаватель указывает положения теории, на которые надо обратить повышенное внимание. В ряде случаев (в зависимости от подготовки обучающегося) преподаватель может порекомендовать к изучению разделы смежных тем.</p> <p>2. Знакомство с радиоизмерительными приборами.                      Знакомство с радиоизмерительными приборами следует начинать с плана работы, который должен содержать следующие минимальные позиции:                      - Назначение                      - Основные технические характеристики                      - Принцип действия по блок-схеме                      - Работа с прибором.</p> <p>Перед тем как приступить к изучению прибора, следует проконсультироваться с преподавателем, который укажет на индивидуальные особенности прибора, что поможет сэкономить время и силы. Изучение технического описания прибора лучше проводить, находясь непосредственно перед изучаемым прибором. После консультаций с инженером лаборатории, включить изучаемый прибор и внимательно проследить за его реакцией на манипуляции с каждым из органов управления. Следуя указанной методике изучить весь комплект радиоизмерительных приборов к данной лабораторной работе.</p> <p>3. Проведение измерений.                      После знакомства с комплектом измерительных приборов, внимательно прочитать в методическом пособии весь раздел с указаниями по проведению измерений. Строго следуя этим указаниям, по пунктам, произвести измерения и занести полученные результаты в соответствующие таблицы рабочей тетради. Оценить реальность полученных результатов (правильность считывания показаний).</p> <p>4. Обработка экспериментальных данных.                      А) При обработке экспериментальных данных с помощью компьютера можно воспользоваться пакетами 'MathCad', 'MatLab' или 'Origin'. Массив данных, введенный для построения графика, следует усреднить, используя фитинг.                      Б) При обработке экспериментальных данных вручную для построения графиков следует воспользоваться миллиметровой бумагой. Массив дискретных точек на графике необходимо подвергнуть графическому усреднению.</p> <p>5. Анализ полученных результатов.                      Окончив обработку данных, необходимо провести анализ полученных результатов. Анализ заключается в соотношении их качественным и количественным теоретическим оценкам и определении элементарных абсолютных и приведенных погрешностей, которые должны находиться в пределах 10%. При обнаружении несоответствия полученных результатов выводам теории, повторить измерения и найти допущенную ошибку.</p> <p>6. Оформление отчета.                      А) При оформлении отчета по лабораторной работе с помощью компьютера необходимо придерживаться рекомендаций к оформлению отчетов по научно-исследовательской работе. Отчет должен включать титульный лист с указанием                      - Организации, в которой выполнялась лабораторная работа                      - Названия лабораторной работы                      - Фамилии и номера группы исполнителя                      - Фамилии преподавателя.</p> <p>Далее следует изложение конечных результатов в виде графиков и, при необходимости, таблиц. Весь материал должен быть расположен строго по пунктам задания. Каждый график должен иметь номер и подпись к рисунку. Каждый раздел должен заканчиваться очень кратким выводом. В конце отчета необходимо поместить раздел 'Заключение' с общим выводом по всем результатам работы.</p>
самостоятельная работа	<p>Цель самостоятельной работы - закрепление и углубление полученных знаний и навыков, а также формирование представлений об основных понятиях и разделах курса, и приобретении новых знаний. Рекомендуются следующие виды самостоятельной работы: изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку; работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников информации по курсу, написание реферата по выбранной теме; подготовка к практическим занятиям; подготовка к лабораторным работам; подготовка к зачету (экзамену).</p>

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	<p>Экзамен - форма итогового контроля. Цель экзамена - выявить и оценить знания, практические умения и навыки обучающихся за курс дисциплины. Экзамен проводится путем собеседования в соответствии с разработанными билетами. В каждый билет входит два-три теоретических вопроса из различных разделов программы. Для подготовки к экзамену на кафедре имеется перечень вопросов, охватывающий весь программный материал дисциплины. В процессе подготовки к экзамену обучающимся необходимо пользоваться лекционными записями и рекомендованной учебной литературой. Разрешается использование иного дополнительного материала, имеющегося у обучающегося. Изучая тематический материал, для обучающихся основополагающим является выделение основных положений, их осмысление и практическое применение. Положительным моментом является ассоциативное переложение теоретического знания на конкретную ситуацию. Важным является выявление взаимосвязи знания с будущей практической деятельностью. При оценке теоретических знаний учитывается участие обучающихся в работе на семинарских занятиях. Преподаватель, принимающий экзамен, может задавать дополнительные вопросы, ставить практические задачи.</p>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

**12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки "Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники".



### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

#### Основная литература:

1. Скорняков, В. А. Общая электротехника и электроника : учебник для вузов / В. А. Скорняков, В. Я. Фролов. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 176 с. - ISBN 978-5-8114-7262-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/156932> (дата обращения: 15.02.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Комиссаров, Ю. А. Общая электротехника и электроника : учебник / Ю.А. Комиссаров, Г.И. Бабокин, П.Д. Саркисова ; под ред. П.Д. Саркисова. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 479 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/13474. - ISBN 978-5-16-010416-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1853549> (дата обращения: 15.08.2023). - Режим доступа: по подписке.
3. Ситников, А. В. Основы электротехники : учебник / А.В. Ситников. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2023. - 288 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-906923-14-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1959236> (дата обращения: 15.08.2023). - Режим доступа: по подписке.
4. Лоторейчук, Е. А. Теоретические основы электротехники : учебник / Е.А. Лоторейчук. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2024. - 317 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0764-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2087738> (дата обращения: 15.08.2023). - Режим доступа: по подписке.
5. Гальперин, М. В. Электротехника и электроника : учебник / М.В. Гальперин. - 2-е изд. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. - 480 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-450-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1819500> (дата обращения: 15.08.2023). - Режим доступа: по подписке.
6. Славинский, А. К. Электротехника с основами электроники : учеб. пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - Москва : ИД 'ФОРУМ' : ИНФРА-М, 2017. - 448 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0360-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/894745> (дата обращения: 15.08.2023)
7. Иванов, И. И. Электротехника и основы электроники : учебник для вузов / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. - 11-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 736 с. - ISBN 978-5-8114-7115-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/155680> (дата обращения: 15.08.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Рыбков, И. С. Электротехника : учебное пособие / И.С. Рыбков. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2022. - 160 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-00144-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1864188> (дата обращения: 15.08.2023). - Режим доступа: по подписке.
9. Марченко, А. Л. Электротехника и электроника : учебник : в 2 томах. Том 1. Электротехника / А. Л. Марченко, Ю. Ф. Опадчий. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 574 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-009061-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2020596> (дата обращения: 15.08.2023). - Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература:

1. Галайдин, П. А. Электротехника : учебное пособие / П. А. Галайдин, Ю. Н. Мустафаев. - Санкт-Петербург : БГТУ 'Военмех' им. Д.Ф. Устинова, 2018. - 85 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/122051> (дата обращения: 15.08.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Парфенова, Е. В. Электротехника и электроника : методические указания / Е. В. Парфенова. - Москва : МИСИС, 2019. - 111 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/129046> (дата обращения: 31.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Анисимова, М. С. Электротехника и электроника : учебное пособие / М. С. Анисимова, И. С. Попова. - Москва : МИСИС, 2019. - 135 с. - ISBN 978-5-907061-32-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/116939> (дата обращения: 31.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Каганов, В. И. Радиотехника: от истоков до наших дней: Учебное пособие/В.И. Каганов - Москва : Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 352 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-00091-074-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/507404> (дата обращения: 04.02.2023). - Режим доступа: по подписке.
5. Зильберман Г. Е. Электричество и магнетизм / Зильберман Г.Е., - 2-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2015. - 376 с.: ISBN 978-5-91559-207-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/552552>
6. Ермуратский, П. В. Электротехника и электроника : учебник / П. В. Ермуратский, Г. П. Лычкина, Ю. Б. Минкин. - Москва : ДМК Пресс, 2011. - 417 с. - ISBN 978-5-94074-688-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/908> (дата обращения: 31.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.16 Электротехника и электроника*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.