

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

**Методические указания для самостоятельной работы обучающихся
при изучении дисциплины (модуля)**

Дисциплина	Б1.Б.16. Электроника <small>код, вид, тип и наименование практики по учебному плану</small>
Специальность	11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы <small>код и наименование направления подготовки /специальности</small>
Специализация	Радиоэлектронные системы передачи информации <small>наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы</small>
Разработчики	доцент Гурин А. В

Мурманск
2019

Составитель – Гурин Алексей Валентинович, доцент кафедры радиоэлектронных систем и транспортного радиоборудования Мурманского государственного технического университета

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой радиоэлектронных систем и транспортного радиоборудования 19 ноября 2019 г., протокол № 8.

Оглавление

Введение.....	4
Тематический план.....	6
Литература.....	7
Содержание и методические указания к изучению тем дисциплины....	8

Введение

Целью дисциплины «Электроника» является формирование компетенций в соответствии с ФГОС по направлению подготовки специалиста и учебным планом для направления подготовки/ специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы».

Развитие радиоэлектроники, совершенствование технологических процессов и автоматизация производства требуют от современного радиоинженера ясного понимания физической сущности явлений и химических процессов, протекающих в электрорадиоматериалах; а также глубокого знания их свойств.

Известно, что функциональные характеристики, стойкие к внешним воздействиям проектируемой радиоаппаратуры, во многом определяются свойствами использованных в ней материалов. Многие направления радиоэлектроники сформировались с появлением новых материалов или новых принципов использования известных материалов. К их числу относятся: микроэлектроника, функциональная электроника, магнитоэлектроника, оптоэлектроника и целый ряд других

Задачей данной дисциплины, являющейся базовой дисциплиной специального курса, ставится изучение: физических принципов действия, характеристик, моделей и особенностей использования в радиотехнических цепях основных типов активных приборов, принципов построения и основ технологии микронных цепей, механизмов влияния условий эксплуатации на работу активных приборов и микронных цепей. При изучении этой дисциплины закладываются основы знаний, позволяющих умело использовать современную элементную базу радиоэлектроники и понимать тенденции и перспективы ее развития и практического использования; приобретаются навыки расчета режимов активных приборов в электронных цепях, экспериментального исследования их характеристик, измерения параметров и построения базовых ячеек электронных цепей, содержащих такие приборы.

- Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой обучающихся).

- Самостоятельная работа обучающихся (далее – СРО) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности обучающегося. СРО играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРО должна стать эффективной и целенаправленной работой обучающихся.

- К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие обучающихся в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом СРО играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

- В процессе самостоятельной работы обучающийся приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

- Формы самостоятельной работы обучающихся разнообразны. Они включают в себя:

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной,

патентной, статистической, периодической и научной информации;

- подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;

- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

- Самостоятельная работа приобщает обучающихся к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

- Основной формой самостоятельной работы обучающегося является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и лабораторных занятиях.

Тематический план

1. Основные положения теории линейных электрических цепей. Физические основы электроники. Свойства полупроводниковых материалов.
2. Характеристики р-n перехода. Полупроводниковые диоды.
3. Биполярные транзисторы: характеристики, параметры, модели.
4. Полевые транзисторы: характеристики, параметры, модели.
5. Фотоэлектрические и излучательные приборы.
6. Генераторы сигналов.
7. Основные цифровые элементы и узлы электронной аппаратуры.

Литература

Основная

1. Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника. Учебник для вузов. –М.: Энергоатомиздат. 1988. –320 с
2. Штумпф Э.П. Судовая электроника и силовая преобразовательная техника: Учебник.–СПб: Судостроение, 1993. -352
3. Калякин А.И. Схемотехника электронных устройств автоматики Под ред. А.С. Ключева. М.: Фирма "Испо-Сервис" 2000.-248 с.
4. Татьянченко Ю.Г. Полупроводниковые приборы.–Мурманск, МВИВУ, 1989
5. Татьянченко Ю.Г. Усилители постоянного тока.–Мурманск, МВИВУ, 1990
6. Изъюрова Г.И. и др. Расчет электронных схем. –М.: Высшая школа. 1987
7. Электроника : учеб. пособие для вузов / Гусев, В. Г. М. : Высш. шк. 1991, 617 с., ил.
8. Основы электроники : учеб. Пособие для вузов / Жеребцов И.П. – 5-е изд. перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1989. - 352 с.: ил.
9. Электроника и силовая преобразовательная техника : учеб. пособие для вузов. Ч. 1. Электроника и схемотехника / Безгачин, Н. И. М-во сел. хоз-ва, Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т. - Мурманск : МГТУ 2006
10. Электроника и микропроцессорная техника : учеб. пособие. Ч. 1. Электронные элементы и физические основы их работы / Наумкина, Л. Г. Гос. ком. Рос. Федерации по высш. образ. ; Моск. гос. горный ун-т. - М. 1994
11. Электроника и микропроцессорная техника : учеб. пособие. Ч. 2. Цифровые и аналоговые интегральные схемы / Наумкина, Л. Г. Гос. ком. Рос. Федерации по высш. образ. ; Моск. гос. горный ун-т. - М. 1995
12. Электроника и микропроцессорная техника : учеб. пособие. Ч. 3.

Усилители и функциональные генераторы / Наумкина, Л. Г. Гос. ком. Рос. Федерации по высш. образ. ; Моск. гос. горный ун-т. - М. 1995

13. Электроника : Полный курс лекций / Прянишников, В. А. СПб. : Учитель и ученик : Корона принт 2003

14. Харченко В.М. Основы электроники: Учеб. Пособие для техникумов. – М.: Энергоиздат, 1982. – 352 с., ил.

Введение

Раздел 1. Основные положения теории линейных электрических цепей. Физические основы электроники. Свойства полупроводниковых материалов.

В результате изучения данной темы студент должен знать: Закон Ома. Законы Кирхгофа. Теорема об эквивалентном преобразовании источников. Понятие емкости, индуктивности, связь тока и напряжения на емкости и индуктивности. Переменный ток, цепи переменного тока. Обобщенный закон Ома. Какие материалы относятся к полупроводникам. Физические свойства полупроводниковых материалов. Собственные и примесные полупроводники.

В результате изучения данной темы студент должен уметь: выполнять расчет линейных цепей, вычислять проводимость как собственных, так и примесных полупроводников при различных температурах.

Рекомендуемая по данной теме литература: [8] с. 19 – 37, [7] с. 8 – 78.

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Дайте определение активного сопротивления
2. Дайте определение реактивного сопротивления
3. Сформулируйте законы Ома и Кирхгофа
4. Какие параметры переменного тока вы знаете? Построение векторной диаграммы токов и напряжений.
5. Дайте определение полупроводникового материала.
6. Каков механизм проводимости полупроводников?
7. Каковы свойства примесных полупроводников, чем обусловлена их проводимость.

Раздел 2. Характеристики р-п перехода. Полупроводниковые диоды.

В результате изучения данной темы студент должен знать: Разновидности электрических переходов и методы их создания. р-п переход: высота и ширина потенциального барьера в равновесном состоянии, неравновесное состояние, механизм протекания тока, вольтамперная характеристика (ВАХ) идеализированного диода, емкость перехода. ВАХ реального р-п диода: токи генерации-рекомбинации, сопротивление базы, пробой. Модели полупроводникового диода и условия их применимости при анализе электрических цепей, содержащих диоды. Выпрямляющий переход металл-полупроводник: физические процессы, ВАХ, особенности модели. Гетеропереходы. Разновидности полупроводниковых диодов: выпрямительные, импульсные, варикапы, стабилитроны, обращенные, туннельные и т.д. Особенности конструкций, параметров, характеристик и моделей. Влияние внешних условий на характеристики и параметры диодов. Переходные процессы в диодно-резисторной цепи при скачках токов и напряжений

В результате изучения данной темы студент должен уметь выбирать тип полупроводникового диода исходя из его назначения. Пользоваться справочными данными. Проводить исследования диодов, включающие экспериментальное определение ВАХ диода, температурных зависимостей и вычислять рабочие параметры диода. Составлять и рассчитывать простые схемы с использованием диодов.

Рекомендуемая по данной теме литература: [7] 79 – 90, [8] 38 – 58

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Какова структура р-п перехода.
2. Какие токи текут в р-п переходе? Каким образом поддерживается электронейтральность?

3. Опишите физические процессы в р-n переходе при подключении к нему напряжения в прямом направлении.
4. Опишите физические процессы в р-n переходе при подключении к нему напряжения в обратном направлении.
5. Какими параметрами описывается диод.
6. Как работает стабилитрон. Схема включения.
7. Как работает диод Ганна. Схема включения.

Раздел 3. Биполярные транзисторы: характеристики, параметры, модели.

В результате изучения данной темы студент должен знать: Структура и принцип действия биполярного транзистора (БТ). Режимы работы. Схемы включения. Коэффициенты передачи токов в статическом режиме. Модель Эберса-Молла. Статические характеристики БТ. Влияние сопротивления базы и зависимости ширины базы от коллекторного напряжения на форму статических характеристик БТ. Влияние температуры и радиации на характеристики и параметры БТ.

Малосигнальные высокочастотные линейные модели БТ: физические (П-образные и Т-образные) и в виде активных четырехполюсников. Их параметры и связь с данными, приводимыми в справочниках, граничные частоты. Работа БТ в ключевом режиме. Переходные процессы. Импульсные параметры. Конструктивно-технологические разновидности дискретных транзисторов. Особенности структур и моделей БТ в микроэлектронных цепях. Составные транзисторы. Особенности моделей интегральных БТ. Особенности структур и характеристик БТ с гетеропереходами. Источники собственных шумов в БТ и их описание.

В результате изучения данной темы студент должен уметь выбирать тип биполярного транзистора исходя из его назначения.

Пользоваться справочными данными. Проводить исследования биполярных транзисторов, включающие экспериментальное определение его ВАХ, температурных зависимостей. Вычислять рабочие параметры транзистора, систему h -параметров, уметь учитывать температурные зависимости параметров. Составлять и рассчитывать простые схемы усилителей и ключевых элементов на биполярных транзисторах.

Рекомендуемая по данной теме литература: [7] 91 –119, [8] 59 – 113

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Какова структура биполярного транзистора.
2. Опишите физические процессы в биполярном транзисторе при подключении к нему напряжения. Что изменится, если мы подадим ток на базу?
3. Какие параметры характеризуют БТ? На что необходимо обратить внимание при поиске необходимого БТ в справочнике?
4. Каким образом, исходя из известных ВАХ транзистора, выбрать рабочую точку и вычислить h -параметры?
5. Опишите работу транзистора в ключевом режиме.
6. Опишите работу транзистора в усилителях при включении транзистора с общим эмиттером, общим коллектором и общей базой.

Раздел 4. Полевые транзисторы: характеристики, параметры, модели.

В результате изучения данной темы студент должен знать:
Классификация полевых транзисторов (ПТ). Устройство и принцип действия ПТ с управляющим р-п-переходом. Физические параметры (сопротивление канала, напряжение отсечки, крутизна) и их зависимости от температуры. ВАХ в схеме с общим истоком. Особенности ПТ с барьером Шотки.

Устройство и принцип действия МДП-транзисторов. Физические процессы

в МДП-структурах и физические параметры МДП-транзисторов. ВАХ и их зависимость от температуры. Модели МДП транзисторов и их сравнение с моделями ПТ с управляющими переходами. Определение параметров моделей по справочным данным.

Работа ПТ в ключевом режиме. Импульсные параметры.

Конструктивно-технологические разновидности ПТ. Особенности структур и параметров интегральных ПТ. Структуры на комплементарных МДП транзисторах. Структуры ПТ с управляющим р-n-переходом и с барьером Шотки. Биполярные и комплементарные МДП транзисторы на одном кристалле.

В результате изучения данной темы студент должен уметь

выбирать тип полевого транзистора исходя из его назначения. Пользоваться справочными данными. Проводить исследования полевых транзисторов, включающие экспериментальное определение его ВАХ, температурных зависимостей. Вычислять рабочие параметры транзистора, систему h - и u -параметров, уметь учитывать температурные зависимости этих параметров. Составлять и рассчитывать простые схемы усилителей и ключевых элементов на полевых транзисторах.

Рекомендуемая по данной теме литература: [7] 120 –147, [8] 114 – 122

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Какова структура полевого транзистора с управляющим р-n переходом.
2. Какова структура полевого транзистора с изолированным затвором.
3. Опишите физические процессы в полевых транзисторах разных типов при подключении к нему напряжения. Что изменится, если мы подадим напряжение на затвор ?
4. Какие параметры характеризуют ПТ? На что необходимо обратить внимание при поиске необходимого ПТ в справочнике?

5. Каким образом, исходя из известных ВАХ транзистора, выбрать рабочую точку и вычислить h и u -параметры?
6. Опишите работу транзистора в ключевом режиме.
7. Опишите работу транзистора в усилителях при включении транзистора с общим стоком и общим истоком.
8. Каким образом строятся интегральные микросхемы?

Раздел 5. Фотоэлектрические и излучательные приборы.

В результате изучения данной темы студент должен знать:

Излучательная рекомбинация и генерация носителей заряда под действием излучения. Фотосопротивления. Фотодиоды. Фототранзисторы. Светодиоды. Вынужденное излучение. Суперлюминесцентные диоды.

В результате изучения данной темы студент должен уметь

использовать фотоэлементы, светоизлучательные полупроводниковые элементы и оптопары в разрабатываемых устройствах. Пользоваться справочными данными при расчете схем, содержащих фотоэлементы, светоизлучательные элементы либо оптопары. Оценивать характеристики таких схем. Знать к каким изменениям параметров схемы приведет изменение температуры и других параметров окружающей среды.

Рекомендуемая по данной теме литература: [7] 148 – 214, [8] 186 – 197

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Полупроводниковый фотоэлемент. Принцип работы, основные характеристики, справочные данные.
2. Полупроводниковый светоизлучательный элемент. Принцип работы, основные характеристики, справочные данные.
3. Применение фото- и свето- диодов, фототранзисторов.

4. Оптопара. Устройство, применение, параметры.

Раздел 6. Генераторы сигналов.

В результате изучения данной темы студент должен знать: Генератор сигналов прямоугольной формы. Мультивибратор. Схема, принцип действия, временные диаграммы. Регулирование частоты и скважности. Методы расчета. Симметричный мультивибратор на ОУ. Ждущий мультивибратор (одновибратор). ГЛИН (пилообразный и треугольный импульсы). Магнитно-транзисторный генератор (блокинг-генератор).

В результате изучения данной темы студент должен уметь
Производить расчет принципиальных схем релаксационных генераторов, удовлетворяющих заданным параметрам.

Рекомендуемая по данной теме литература: [9], [13], [14] с. 176 – 219

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Объясните условия возбуждения и поддержания электрических колебаний в генераторах.
2. Охарактеризуйте целесообразность применения отдельных вариантов схем автогенераторов.
3. Чем отличаются схемы симметричного мультивибратора, ждущего мультивибратора и мультивибратора в режиме синхронизации?
4. Приведите графики и формулы заряда и разряда конденсаторов в мультивибраторе.
5. Напишите одну из формул, по которой определяется частота колебаний, вырабатываемых RC-генераторов.

7. Основные цифровые элементы и узлы электронной аппаратуры.

В результате изучения данной темы студент должен знать: Цифровые логические элементы. Логические и цифровые устройства. Логические функции. Логический базис. Его реализация. Элементы и узлы комбинационной и последовательной логики. Асинхронные и синхронные триггеры. Статический асинхронный RS-триггер. Принцип работы, таблица истинности. Временные диаграммы. Тактируемый синхронный RS-триггер. JK-триггеры: реализация, таблица истинности, временные диаграммы. Асинхронный JK на основе RS. Тактируемый JK. D- триггер. Счетный T-триггер.

Серийные интегральные микросхемы. Реализация основных логических функций. Диодные логические элементы. Типы логик: НСТЛ, РТЛ, РЕТЛ, ДТД, ТТЛ, ТТЛШ, ЭСЛ, И²Л, МОПТЛ, КМОПТЛ. Схемы, принцип работы. Специальные логические элементы. Параметры ИМС: статические и динамические. Обозначение ИМС. Сравнительные характеристики различных логик.

Типовые узлы цифровых устройств. Комбинационные интегральные микросхемы. Регистры (параллельный и последовательный, универсальный). Счетчики импульсов. Двоичный счетчик. Суммирующий счетчик. Вычитающий счетчик. Реверсивный счетчик. Синхронный параллельный счетчик. Счетчик с произвольным модулем счета. Счетчик с предустановкой. Сложные комбинационные схемы: преобразователи кодов (шифраторы и дешифраторы), мультиплексоры, демультиплексоры.

Основные устройства вычислительной техники. Понятие о процессоре (микропроцессоре), устройствах памяти (ОЗУ, ПЗУ, ВЗУ, СОЗУ), устройствах ввода и вывода информации. Классификация полупроводниковых запоминающих устройств. ОЗУ: структурная схема, двухкоординатная выборка. Структура БИС ОЗУ. ПЗУ: способы записи информации, однократно и многократно программируемые.

Перепрограммируемые РПЗУ, ЛИЗМОП-технология. Флэш-память.

Топология микросхем памяти.

В результате изучения данной темы студент должен уметь

Пользоваться справочной литературой по ИМС при разработке цифровых схем, выбирать необходимую микросхему исходя из требований, предъявляемых к устройству.

Рекомендуемая по данной теме литература: [7],с 534 – 608, [8]с 143 - 163, [14] с.251 – 310

Вопросы и задачи для самопроверки по данной теме:

1. Что называется интегральной микросхемой (ИМС)? Назовите типы ИМС по технологическому признаку. Какие ИМС относятся к цифровым и аналоговым?
2. Расскажите об устройстве полупроводниковой ИМС и способах ее изготовления.
3. Приведите примеры пленочных ИМС; отметьте особенности тонкопленочных и толстопленочных ИМС
4. Какие ИМС называются гибридными? Отметьте их особенности.
5. Что вы знаете об активных элементах ИМС? Какая разница между терминами «элемент» и «компонент»? Приведите примеры изготовления элементов и способов их изоляции и взаимосоединений.
6. Как изготавливают пассивные элементы ИМС? Отметьте способы реализации, например, диода из транзисторной структуры.
7. Расскажите о разновидностях логических ИМС, что собой представляют РТЛ, ДТЛ, ТТЛ и ПТТЛ-элементы? (иллюстрируете рисунками).
8. Чем отличаются между собой различные виды триггеров? Нарисуйте схему одного из них.
9. Назовите ИМС, входящие в группу аналоговых; объясните устройство и принцип действия одной из них.

