

Сощенко С.В., Штерн М.И.

# ЭЛЕКТРОНИКА

ОТ АЗОВ ДО СОЗДАНИЯ  
ПРАКТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ



---

Издательство Наука и Техника,  
Санкт-Петербург

УДК 621.314:621.311.6  
ББК 32.816

Сощенко С.В., Штерн М.И.

**ЭЛЕКТРОНИКА. От азов до создания практических устройств.** – СПб.: Издательство Наука и Техника, 2022. – 608 с., илл.

**ISBN 978-5-94387-898-5**

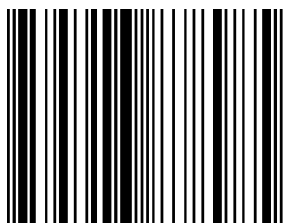
---

Электроника продолжает увлекать многих. Уникальные электронные разработки, интересные конструкции, полезные самоделки очень популярны сегодня. В помощь увлеченному радиолюбителю книга представляет сведения по современной элементной базе, используемой в своем творчестве или при ремонте бытовой аппаратуры. Электронные компоненты рассматриваются пошагово: от пассивных элементов до микросхем. Приводятся характеристики, принцип действия, цветовая и кодовая маркировка, обозначения в схемах, аналоги.

Полезны уроки по азам радиотехнического творчества, таких как подбор деталей, разработка печатных плат, пайка, настройка созданных конструкций. На базе освоенных азов электроники читателю предлагается создать большое количество рассмотренных в книге интересных и полезных электронных устройств. Помощниками в овладении знаниями становятся измерительные приборы, макетная плата, книги и ПК. Словом, читателю предстоит долгий путь в освоении современной электроники. И очень важно, чтобы это был добрый путь.

В необходимых местах по тексту книги стоят многочисленные QR-коды, предназначенные для мгновенного перехода к необходимым ресурсам (онлайн видео, интерактивному калькулятору, справочной информации). Приложение «Сканер QR и штрих-кодов», запущенное на смартфоне (планшете), позволяет быстро перейти по необходимой ссылке при наведении гаджета на QR-код по ходу чтения книги.

Книга предназначена для широкого круга любознательных читателей, увлеченных электроникой, техническим творчеством и занимательными самоделками, радиолюбителей, студентов радиотехнических специальностей и начинающих разработчиков.



**ISBN 978-5-94387-898-5**

Автор и издательство не несут ответственности за возможный ущерб, причиненный в ходе использования материалов данной книги.

Контактный телефон издательства  
(812) 412-70-26

Официальный сайт: [www.nit.com.ru](http://www.nit.com.ru)

12+

© Сощенко С.В., Штерн М.И.  
© Издательство Наука и Техника (оригинал-макет)

---

ООО «Издательство Наука и Техника».  
192029 г. Санкт-Петербург,  
пр. Обуховской обороны, д. 107, лит. Б, пом. 1-Н  
Подписано в печать . . . . . Формат 70×100 1/16.  
Бумага газетная. Печать офсетная. Объем 38 п. л.  
Тираж 1000 экз. Заказ № . . . . .

# СОДЕРЖАНИЕ

## Раздел I. АЗЫ ЭЛЕКТРОНИКИ . . . . 13

### Глава 1. Введение в электронику. . 14

- 1.1. Призываем на помощь QR код. . . . 14
- 1.2. Физические основы электроники . 15
  - Состав электрической цепи. . . . . 15
  - Источники питания . . . . . 16
  - Вольтамперная характеристика . . . 16
  - Виды электрического тока . . . . . 17
  - Переменный ток . . . . . 18
    - Простейший генератор переменного тока . . . . . 18
    - Графическое изображение тока . . . 20
    - Параметры переменного тока . . . . 22
- 1.3. Закон Ома . . . . . 24
- 1.4. Соединение резисторов. . . . . 26
  - Последовательное соединение резисторов . . . . . 26
  - Параллельное соединение резисторов . . . . . 26
  - Смешанное соединение резисторов . . . . . 27
  - Нелинейные сопротивления . . . . . 28
- 1.5. Разветвленные электрические цепи . . . . . 29
  - Первый закон Кирхгофа или закон токов Кирхгофа. . . . . 29
  - Второй закон Кирхгофа или закон напряжений Кирхгофа. . 30
- 1.6. Работа и мощность . . . . . 31
  - Что такое мощность. . . . . 31
  - Закон Джоуля-Ленца о тепловом действии тока с переходом электрической энергии в тепловую. . . . . 32
  - Нагревание проводников электрическим током . . . . . 32
- 1.7. Электрический ток в жидкостях . . 33
  - Проводники первого и второго рода . . . . . 33
  - Явление электролиза . . . . . 33
- 1.8. Магнитное поле электрического тока . . . . . 34
  - Магнитное поле проводника . . . . . 34

- Правило «буравчика» . . . . . 35
- Правило правой руки . . . . . 36
- Соленоид и его магнитное поле. . . 37
- Правило левой руки . . . . . 38
- 1.9. Магнитные явления. . . . . 38
  - Магнитные материалы . . . . . 38
  - Петля магнитного гистерезиса . . . . 39
  - ЭДС индукции в катушке . . . . . 40
  - Законы Ленца для электромагнитной индукции . . 41
- 1.10. Как работает трансформатор . . . . 42
  - ЭДС самоиндукции . . . . . 42
  - ЭДС взаимной индукции . . . . . 43
  - Устройство трансформатора . . . . . 43
- 1.11. Электрическое поле и электростатическая индукция . . 45
  - Силы электрического поля . . . . . 45
  - Силовые линии электрического поля. . . . . 45
  - Диэлектрическая проницаемость. . . . . 45
  - Электростатическая индукция . . . . 46

### Глава 2. Азы радиолюбительской практики . . . . . 48

- 2.1. Набор инструментов начинающего электронщика. . . . . 48
  - Стартовый комплект ручных инструментов . . . . . 48
  - Ножи: складной и канцелярский . . 49
  - Ручной или полуавтоматический стриппер . . . . . 50
  - Отвертки простые или с набором бит. . . . . 50
  - Набор гаечных ключей. . . . . 51
  - Пассатижи, кусачки, круглогубцы, плоскогубцы. . . . . 51
  - Пинцеты . . . . . 53
  - Зажим с подставкой «третья рука» . . 57
- 2.2. Рабочее место радиолюбителя. . . 58
  - Рабочий стол . . . . . 58
  - Хранение мелких деталей. . . . . 59
  - Освещение рабочего стола. . . . . 60
  - Вентиляция . . . . . 60

2.3. Универсальный измерительный прибор	61	Правильное расположение радиокомпонентов на плате	89
Назначение органов управления	61	Особенности пайки выводов радиокомпонентов	90
Шкалы и индикация	63	2.10. Пайка радиодеталей на плату	92
Аксессуары	63	Зачистка проводников печатной платы	92
Питание	63	Подготовка радиодетали	92
2.4. Электропитание конструкции	64	Помещение радиодетали на плату	93
Стационарный источник питания	64	Пайка	93
Пульт электропитания	64	Использование паяльной пасты	94
2.5. Пайка – основа радиолюбительского творчества	65	Удаление излишней длины выводов	95
Первое знакомство	65	Проверка места пайки	95
Сколько паяльников должен иметь радиолюбитель	66	Типичные ошибки начинающих радиолюбителей	96
Поговорим о технике безопасности при пайке	68	2.11. Соединение пайкой различных элементов и металлов	97
Требования для паяльного оборудования радиолюбителя	69	Пайка мелких деталей	97
Стержневые паяльники	71	Пайка двух проводов	98
Подготовка нового паяльника к работе	72	Пайка сетевого разъема	98
Как избежать запаха гари от нового паяльника	74	Пайка мелких деталей, имеющих пластмассовый корпус	99
Чистота жала паяльника и степень ее нагрева	74	Пайка свободных проводов и электронных компонентов	100
Импульсные паяльники «пистолетного» типа	75	Пайка микросхемы на печатную плату	100
Паяльные станции	76	Техника соединения лакированным проводом	101
Термовоздушные паяльные станции	77	Пайка печатных плат	102
2.6. Выбираем и правильно используем припой	79	2.12. Распайка конструкции и замена радиодеталей	104
Первое знакомство	79	Распайка	104
Выбор припоя	79	Выпаивание радиодетали из платы	104
Разновидности и свойства припоев	80	Замена деталей в обычных платах	104
Форма радиолюбительских припоев	82	Замена микросхем в обычных платах	105
2.7. Выбираем и правильно используем флюс	83	Замена SMD компонентов на платах	105
Первое знакомство	83	SMD-адаптер	108
Требования к радиолюбительским флюсам	84	2.13. Секреты пайки проводов и деталей из различных металлов	109
Разновидности флюсов	84	Соединение проводов из сплавов высокого сопротивления	109
Применение флюсов	85	Соединение без паяльника тонких медных проводов	110
2.8. Учимся правильно паять	87	Пайка нихрома	110
Методики обучения	87		
Основные правила пайки	87		
2.9. Особенности монтажа радиокомпонентов	89		

Пайка алюминия . . . . .	111
Пайка дюралюминия . . . . .	112
Лужение провода в эмаливой изоляции . . . . .	112
2.14. Полезные советы . . . . .	112
Вместо припоя – клей . . . . .	112
Провод типа «литцендрат» . . . . .	113
Лак для закраски паек . . . . .	113
Защита переводных надписей . . . . .	113
2.15. Создаем печатные платы – основу электронных конструкций . . . . .	114
Печатные платы от азота . . . . .	114
Изготовление печатной платы с помощью маркера . . . . .	117
Изготовление печатной платы лазерно-утюжным методом . . . . .	122
Изготовление печатной платы с помощью фоторезиста . . . . .	124
Разводка печатной платы на компьютере . . . . .	128

### **Глава 3. Измерения в электронике – залог успеха . . . . . 138**

3.1. Измерение электрических величин . . . . .	138
Единицы измерения электротехнических параметров . . . . .	138
Виды средств измерений . . . . .	139
Электроизмерительные приборы . . . . .	139
3.2. Используем универсальные измерительные приборы . . . . .	140
Средства электротехнических измерений напряжения . . . . .	140
Разнообразие измерительных приборов . . . . .	141
Измерение сопротивлений . . . . .	142
Измерение постоянных напряжений . . . . .	143
Измерение постоянного тока . . . . .	143
Измерение переменного напряжения . . . . .	144
Учимся измерить напряжение вольтметром . . . . .	144
Учимся измерить напряжение цифровым мультиметром . . . . .	145
Измерение постоянного напряжения . . . . .	146
Измерение переменного напряжения . . . . .	148

Учимся измерить силу тока цифровым мультиметром . . . . .	150
Измерение силы тока мультиметром . . . . .	151
3.3. Как организовать поиск неисправности электронного устройства . . . . .	153
Причины неисправностей . . . . .	153
Поиск неисправного элемента в схеме . . . . .	154
3.4. Проверяем исправность электронных компонентов . . . . .	157
Проверка проволочных и непроволочных резисторов . . . . .	157
Проверка конденсаторов . . . . .	157
Проверка катушек индуктивности . . . . .	159
Проверка трансформаторов и дросселей . . . . .	161
Проверка исправности полупроводниковых диодов . . . . .	162
Проверка исправности транзисторов . . . . .	163
Проверка исправности тиристоров . . . . .	165
Источники питания и стабилизаторы напряжения . . . . .	165
3.5. Используем генераторы сигналов сложной формы . . . . .	167
Принцип действия . . . . .	167
Прохождение сигнала . . . . .	168
Измерение частотных характеристик . . . . .	169
3.6. Используем частотомеры . . . . .	171
Принцип действия . . . . .	171
Технические характеристики частотомеров . . . . .	172
3.7. Используем осциллографы . . . . .	174
Принцип действия . . . . .	174
Двухлучевой осциллограф . . . . .	175
Цифровой запоминающий осциллограф . . . . .	176

### **Глава 4. Рисуем и читаем принципиальные схемы . . . . . 177**

4.1. Основные виды схем в электронике . . . . .	177
От фотографии к схеме . . . . .	177
Виды электрических схем . . . . .	180
Условные графические обозначения радиоэлементов . . . . .	182

Структурная схема . . . . .	182	Потенциометры:	
Принципиальная		принцип действия . . . . .	222
электрическая схема. . . . .	184	Непроволочные потенциометры . . . . .	224
Схема соединений		Проволочные потенциометры . . . . .	225
(монтажная схема). . . . .	186	Основные параметры	
4.2. Соединительные провода		переменных резисторов . . . . .	226
и линии электрической связи . . . . .	188	Обозначение переменных	
Соединение и пересечение		резисторов на схемах. . . . .	229
проводов . . . . .	188	Подстроечные резисторы . . . . .	231
Жгуты . . . . .	191	Включение	
Экранированный провод		переменных резисторов	
на схемах. . . . .	191	в электрическую цепь. . . . .	232
Коаксиальный кабель на схеме . . . . .	193	5.4. Резисторы SMD исполнения	
4.3. Читаем и рисуем		для поверхностного монтажа . . . . .	234
электрические схемы . . . . .	194	5.5. Нелинейные саморегулирующиеся	
Основные обозначения и линии . . . . .	194	резисторы . . . . .	236
Структура обозначений		Разновидности нелинейных	
элементов в схемах. . . . .	195	резисторов . . . . .	236
Однобуквенные коды видов		Терморезисторы . . . . .	236
элементов . . . . .	195	Фоторезисторы . . . . .	240
Двухбуквенные коды . . . . .	196	Варисторы . . . . .	245
Буквенные коды функций		Тензорезисторы . . . . .	250
элементов . . . . .	197	Магниторезисторы . . . . .	253
Перечень условных обозначений		5.6. Цветовая и кодовая маркировка	
элементов в схемах. . . . .	197	резисторов . . . . .	255

## **Раздел II. КИРПИЧКИ ЭЛЕКТРОНИКИ . . . . . 211**

### **Глава 5. Резисторы – сопротивляемся всему. . . . . 212**

5.1. Первое знакомство . . . . .	212
Разновидности резисторов . . . . .	212
Классификация резисторов	
по общим признакам . . . . .	213
Классификация резисторов	
по материалу резистивного	
элемента . . . . .	213
Условные обозначения	
резисторов . . . . .	214
Основные электрические	
параметры. . . . .	216
5.2. Постоянные резисторы. . . . .	217
Непроволочные резисторы . . . . .	217
Проволочные резисторы . . . . .	219
Параметры постоянных	
резисторов . . . . .	220
5.3. Переменные резисторы . . . . .	221
Разновидности переменных	
резисторов . . . . .	221

### **Глава 6. Конденсатор и катушка индуктивности – сладкая парочка. . . . . 257**

6.1. Колебательный контур . . . . .	257
6.2. Конденсаторы: устройство,	
принцип действия и применение	
Первое знакомство . . . . .	259
Принцип действия	
конденсатора . . . . .	260
Применение конденсаторов . . . . .	261
Разновидности конденсаторов. . . . .	262
Классификация конденсаторов . . . . .	262
Сокращенные условные	
обозначения конденсаторов. . . . .	263
Полные условные обозначения	
конденсаторов . . . . .	264
Параметры конденсаторов . . . . .	265
6.3. Конденсаторы: разновидности	
и особенности . . . . .	267
Полярные и неполярные	
конденсаторы. . . . .	267
Конденсаторы	
переменной емкости . . . . .	270
Подстроечные конденсаторы . . . . .	271

Конденсаторы с саморегулируемой емкостью . . .	273
Проходные конденсаторы . . . . .	274
Маркировка . . . . .	276
6.4. Катушки индуктивности . . . . .	276
Индуктивность . . . . .	276
Свойства катушек индуктивности . .	277
Катушки, работающие на высоких частотах . . . . .	278
Катушки, работающие на низких частотах . . . . .	278
Основные параметры катушек индуктивности . . . . .	279
Индуктивность . . . . .	279
Добротность . . . . .	280
Собственная емкость . . . . .	280
Стабильность . . . . .	281
Катушки индуктивности с магнитопроводами . . . . .	281
Экранированные катушки индуктивности . . . . .	283
Катушки с отводом или отводами . . . . .	284
Катушки с немагнитным подстроечником . . . . .	284
<b>Глава 7. Электромагнитные реле . .</b>	<b>285</b>
7.1. Принцип действия . . . . .	285
Первое знакомство . . . . .	285
Устройство реле . . . . .	286
Как работает реле . . . . .	287
7.2. Контакты реле . . . . .	287
Конструктивные особенности контактов . . . . .	287
Нормально разомкнутые контакты . . . . .	288
Нормально замкнутые контакты .	288
Перекидные контакты . . . . .	288
Требования к контактам промежуточных реле . . . . .	289
Причины износа контактов . . . . .	290
7.3. Электрическая схема реле . . . . .	291
Обозначение реле на принципиальных схемах . . . . .	291
7.4. Основные параметры электромагнитных реле . . . . .	293
Полный список параметров . . . . .	293
Чувствительность реле . . . . .	294
Ток (напряжение) срабатывания .	294
Ток (напряжение) отпуска . . . . .	294

Рабочий ток (напряжение) обмотки . . . . .	295
Коммутационная способность . . .	295
7.5. Подключение промежуточных реле . . . . .	296
Особенности схем включения . . .	296
Схема с нормально разомкнутым контактом . . . . .	296
Схема с нормально замкнутым контактом . . . . .	297
Схема с нормально замкнутым и нормально разомкнутым контактами . . . . .	297
Схема с гальванической развязкой . . . . .	298
Схема технологической сигнализации . . . . .	298

## **Глава 8. Трансформаторы – главные по преобразованию напряжения . . . . . 300**

8.1. Принцип работы трансформатора . . . . .	300
Назначение и применение . . . . .	300
Явление электромагнитной индукции в трансформаторе . . . . .	301
Разновидности трансформаторов . . . . .	303
Поведение трансформатора в сетях постоянного тока . . . . .	304
8.2. Магнитопроводы и магнитные материалы . . . . .	304
Виды магнитопроводов . . . . .	304
Типы магнитопроводов . . . . .	306
Стержневые магнитопроводы . . .	307
Броневые магнитопроводы . . . . .	308
Тороидальные магнитопроводы .	309
Магнитопроводы новых форм . . .	309
8.3. Конструкция трансформаторов . .	310
Типы магнитопроводов . . . . .	310
Способы сборки магнитопроводов . . . . .	311
8.4. Способы намотки обмоток трансформаторов . . . . .	313
Многослойные обмотки . . . . .	313
Намотка внавал . . . . .	314
Рядовая намотка . . . . .	314
Галетная обмотка . . . . .	315
Выбор материала каркаса . . . . .	315
Выводы концов обмоток . . . . .	316

Стяжка магнитопроводов . . . . .	316
Пропитка обмоток . . . . .	316
8.5. Обозначение трансформаторов на схемах . . . . .	317
Общие обозначения . . . . .	317
Обозначение возможность подстройки индуктивности катушек . . . . .	318
Обозначение фазировки обмоток . . . . .	318
Обозначение многообмоточных силовых трансформаторов . . . . .	318
Обозначение экранирующей обмотки . . . . .	319
8.6. Как прозвонить трансформатор или как определить обмотки трансформатора . . . . .	320
Варианты определения обмоток трансформатора . . . . .	320
Определение обмоток визуальным осмотром . . . . .	320
Определение обмоток по сопротивлению . . . . .	322

## **Глава 9. Полупроводниковые приборы – электронно-дырочное чудо . . . . .326**

9.1. Использование свойств полупроводников . . . . .	326
Первое знакомство . . . . .	326
Изобретение полупроводниковых приборов . . . . .	327
Свойства полупроводников . . . . .	328
Строение атомов полупроводников . . . . .	329
Электропроводность полупроводника . . . . .	330
Электронно-дырочная проводимость . . . . .	332
Электронная проводимость . . . . .	332
Дырочная проводимость . . . . .	333
Классификация полупроводниковых приборов . . . . .	333
Полупроводниковые материалы . . . . .	335
Электронно-дырочный переход . . . . .	335
Пробой р-п-перехода . . . . .	337
9.2. Однопереходные полупроводниковые приборы . . . . .	339
Классификация . . . . .	339
Параметры . . . . .	341
Температурный режим работы диода . . . . .	342

Частотные характеристики . . . . .	342
Классификация диодов . . . . .	344
9.3. Выпрямительные полупроводниковые диоды . . . . .	344
Первое знакомство . . . . .	344
Технология изготовления выпрямительных диодов . . . . .	346
Устройство выпрямительных диодов . . . . .	347
Принцип действия . . . . .	347
Прямое включение диода . . . . .	348
Прямой ток . . . . .	348
Обратное включение диода . . . . .	349
Обратный ток . . . . .	349
Прямое и обратное напряжение диода . . . . .	350
Вольтамперная характеристика полупроводникового диода . . . . .	350
Диодный мост . . . . .	351
Применение диодов . . . . .	352
9.4. Фотодиоды . . . . .	356
Первое знакомство . . . . .	356
Принцип действия . . . . .	356
Режимы работы . . . . .	357
Характеристики . . . . .	359
Использование . . . . .	359
9.5. Светодиоды . . . . .	359
Первое знакомство . . . . .	359
Строение светодиода . . . . .	360
Принцип действия . . . . .	361
Питание светодиодов . . . . .	362
Характеристики . . . . .	364
Использование . . . . .	365
9.6. Стабилитрон . . . . .	365
Первое знакомство . . . . .	365
Принцип действия . . . . .	366
Вольтамперная характеристика . . . . .	366
Характеристики . . . . .	367
Достоинства . . . . .	367
Применение . . . . .	368
9.7. Защитный диод супрессор . . . . .	369
Первое знакомство . . . . .	369
Обозначения на схемах . . . . .	369
Вольтамперные характеристики . . . . .	370
Принцип действия . . . . .	371
Увеличение мощности защиты . . . . .	371
Характеристики . . . . .	372
Применение . . . . .	373
9.8. Варикап . . . . .	373
Первое знакомство . . . . .	373



Барьерная емкость . . . . .	374	Выходные характеристики . . . . .	398
Принцип действия. . . . .	374	Входные характеристики. . . . .	399
Характеристики . . . . .	376	Проходные характеристики (характеристики прямой передачи) . . . . .	399
9.9. Туннельный диод. . . . .	377	Схемотехника на основе полевого транзистора. . . . .	400
Первое знакомство . . . . .	377	9.16. Полевые транзисторы с изолированным затвором . . . . .	400
Конструкция . . . . .	377	9.17. МДП-транзисторы с индуцированным каналом (MOSFET транзисторы) . . . . .	402
Вольтамперная характеристика . . . . .	378	Проверка исправности. . . . .	405
Преимущества . . . . .	378	9.18. Комбинированные транзисторы. . . . .	406
Недостатки . . . . .	378	Первое знакомство . . . . .	406
Схема включения. . . . .	379	Применение . . . . .	407
Характеристики . . . . .	379	9.19. Многопереходные полупроводниковые приборы . . . . .	407
Применение . . . . .	379	9.20. Диодный тиристор (динистор) . . . . .	408
9.10. Диод Шоттки. . . . .	380	Первое знакомство . . . . .	408
Первое знакомство . . . . .	380	Разновидности . . . . .	408
Включение . . . . .	382	Принцип действия. . . . .	409
Достоинства . . . . .	382	Применение . . . . .	410
Недостатки . . . . .	382	9.21. Триистор (трехэлектродный тиристор) . . . . .	411
Применение . . . . .	382	Первое знакомство . . . . .	411
9.11. Проверка исправности полупроводниковых диодов. . . . .	383	Устройство . . . . .	411
9.12. Транзисторы: классификация и режимы работы . . . . .	384	Внешний вид . . . . .	412
Первое знакомство . . . . .	384	Принцип действия. . . . .	413
Классификация . . . . .	385	Применение . . . . .	414
Режимы работы . . . . .	385	9.22. Симисторы (симметричные тиристоры или триаки) . . . . .	415
9.13. Биполярные транзисторы . . . . .	386	Первое знакомство . . . . .	415
Первое знакомство . . . . .	386	Принцип действия. . . . .	416
Структура . . . . .	386	Вольтамперная характеристика . . . . .	417
Устройство . . . . .	386	Применение . . . . .	418
Принцип действия биполярного транзистора . . . . .	388	Защита симистора от ложных срабатываний. . . . .	418
Режимы работы . . . . .	390	9.23. Оптоэлектронные приборы. . . . .	419
Схемы включения . . . . .	390		
Вольтамперные характеристики . . . . .	391		
Схемотехника на основе биполярного транзистора . . . . .	392		
Основные параметры транзисторов . . . . .	393		
Проверка исправности биполярных транзисторов. . . . .	393		
9.14. Полевые транзисторы. . . . .	394		
Первое знакомство . . . . .	394		
Классификация и структура . . . . .	395		
9.15. Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом (JFET) . . . . .	396		
Устройство . . . . .	396		
Принцип действия. . . . .	396		
Статические характеристики. . . . .	397		
		<b>Глава 10. Интегральные микросхемы – клад из электронных компонентов . . . . .</b>	<b>420</b>
		10.1. Первое знакомство . . . . .	420
		Устройство микросхемы. . . . .	420
		Достоинства и недостатки . . . . .	423
		Серии микросхем . . . . .	424
		Разновидности микросхем . . . . .	424
		10.2. Операционные усилители . . . . .	427
		Особенности построения. . . . .	427

Разнообразие операционных усилителей . . . . .	428
Характеристики и схемы включения . . . . .	430
10.3. Практические конструкции на операционных усилителях . . . . .	432
Фотореле или «сумеречный выключатель» на ОУ . . . . .	432
Предусилитель для «компьютерного» микрофона . . . . .	434
Лабораторный блок питания. . . . .	435
Ретранслятор для пульта дистанционного управления. . . . .	437
Предварительный усилитель с темброблоком . . . . .	438
10.4. Практические конструкции на цифровых микросхемах . . . . .	440
Электронные ключи . . . . .	440
Кнопка-выключатель с фиксацией . . . . .	440
Переключатель с зависимой фиксацией. . . . .	441
Приоритетный переключатель с зависимой фиксацией . . . . .	443
Задающий генератор для двухтактного инвертора. . . . .	444

### **Раздел III. ЭЛЕКТРОНИКА В ОПЫТАХ И ЭКСПЕРИМЕНТАХ . . . . . 447**

#### **Глава 11. ПРАКТИКА. Практикум по работе с пассивными компонентами . . . . . 448**

Учимся определять величину сопротивления постоянного резистора . . . . .	448
Учимся определять класс точности постоянных резисторов . . . . .	450
Учимся читать цветовую маркировку на корпусе постоянных резисторов . . . . .	451
Шпаргалка для определения цветовой маркировки постоянных резисторов . . . . .	453
Учимся определять цифровую маркировку на корпуса SMD компонентов. . . . .	455

Определяем мощность постоянных резисторов по габаритным размерам и маркировке . . . . .	456
Определяем характеристики постоянных резисторов на принципиальных схемах . . . . .	459
Определяем мощность постоянных резисторов на принципиальных схемах . . . . .	461
Формирование резистора нужного номинала. . . . .	461

#### **Глава 12. ПРАКТИКА. Изучаем транзисторные схемы в ходе экспериментов . . . . . 466**

12.1. Биполярный транзистор: взгляд изнутри . . . . .	466
Транзистор как два диода . . . . .	466
12.2. Как создаются и маркируются биполярные транзисторы . . . . .	468
Германиевые транзисторы малой мощности . . . . .	468
Кремниевые транзисторы малой и средней мощности. . . . .	469
Как маркируются биполярные транзисторы . . . . .	471
12.3. Работа биполярного транзистора. . . . .	472
Что понадобится для опытов . . . . .	472
Опыт первый. Действительно ли транзистор состоит из двух диодов? . . . . .	472
Опыт второй. Как работает транзистор в режиме переключения . . . . .	474
Опыт третий. Работа биполярного транзистора. Режим усиления. . . . .	478
12.4. Схемы включения биполярных транзисторов . . . . .	482
Разнообразие схем включения . . . . .	482
Включение транзистора с общим эмиттером (ОЭ) . . . . .	482
Включение транзистора с общим коллектором (ОК) . . . . .	483
Включение транзистора с общей базой (ОБ) . . . . .	485
Как происходит усиление по напряжению и току . . . . .	486
Работаем со статической характеристикой транзистора. . . . .	486
12.5. Как проверить транзистор мультиметром. . . . .	488

Проверка транзистора структуры p-n-p .....	488
Проверка транзистора структуры n-p-n .....	490
Выявление неисправного транзистора .....	490
Определение вывода базы .....	490
Определение выводов коллектора и эмиттера .....	491
Стандартный набор функций .....	493

## **Глава 13. ПРАКТИКА.**

### **Учимся пользоваться**

#### **мультиметром .....**

Измеряем постоянное напряжение .....	494
Производим измерение напряжения неизвестной величины .....	495
Измеряем переменное напряжение .....	496
Измерение сопротивления .....	497
Производим измерение постоянного тока .....	500
Режим «Звуковой генератор» .....	501
Как проверить батарейку .....	501

## **Глава 14. ПРАКТИКА.**

### **Учимся правильно**

#### **и надежно паять .....**

Минимальный набор инструментов .....	504
Приобретаем припой и флюс .....	505
Подготавливаем жало паяльника для пайки .....	506
Устройство нагревательного элемента паяльника .....	507
Самодельная подставка для паяльника .....	507
Первое включение нового паяльника .....	508
Окончательная подготовка жала паяльника .....	508
Облуживание .....	508
Подготовка провода для пайки .....	509
Если нанесли припой не туда, куда хотели .....	510
Производим спайку проводов между собой .....	510

## **Раздел IV.**

### **СОЗДАЕМ ПРАКТИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ СВОИМИ РУКАМИ .....**

#### **Глава 15. Создаем регулятор**

##### **мощности паяльника .....**

Для чего нужен регулятор мощности .....	514
Принципиальная схема регулятора мощности .....	515
Конструкция и детали .....	515
Сборка конструкции .....	517
Плата схемы управления регулятора мощности .....	518
Силовая часть регулятора мощности .....	518
Собираем единую конструкцию .....	519
Доработка схемы регулятора мощности для паяльника .....	520

#### **Глава 16. Создаем регулируемый**

##### **блок питания .....**

Какой блок питания будем создавать .....	523
Принципиальная схема блока питания .....	523
Комплектующие блока питания .....	526
Создаем печатную плату .....	527
Распайка деталей на печатную плату .....	534
Изготовление корпуса блока питания .....	536
Окончательная сборка блока питания .....	541
Проверяем работу блока питания .....	542
Подбираем добавочный токоограничивающий резистор .....	543
Градуировка шкалы вольтметра .....	545
Увеличиваем выходное напряжение .....	546

#### **Глава 17. Создаем автомобильный**

##### **адаптер для питания ноутбука. . .**

Как будет выглядеть собираемое устройство .....	548
Принципиальная схема автомобильного адаптера .....	548

Конструкция и детали . . . . .	550	Настройка приемника . . . . .	576
Аналоги и цоколевка полупроводниковых приборов. . .	551	Окончательная сборка приемника. . . . .	576
<b>Глава 18. Создаем универсальное зарядное устройство . . . . .</b>	<b>555</b>	<b>Глава 17. Создаем цветомузыку на светодиодах. . . . .</b>	<b>579</b>
Аккумуляторы и «эффект памяти» . . . . .	555	Принцип действия цветомузыкальных приставок. . .	579
Принципиальная схема зарядного устройства . . . . .	556	Принципиальная схема цветомузыкальной приставки. . .	581
Работа узла зарядки . . . . .	557	Питание цветомузыкальной приставки . . . . .	583
Работа узла разрядки . . . . .	558	Детали и комплектующие . . . . .	584
Конструкция и детали . . . . .	558	Печатная плата цветомузыкальной приставки. . .	587
Налаживание устройства. . . . .	560	Корпус цветомузыкальной приставки . . . . .	590
Настройка уровня образцового напряжения . . . . .	561	Настройка . . . . .	594
Настройка тока зарядки аккумуляторов . . . . .	561	Приставка на миниатюрных лампах накаливания. . . . .	595
Настройка тока разрядки аккумуляторов . . . . .	562		
Назначение реле времени. . . . .	563	<b>Глава 22. Создаем микрофонный усилитель на микросхеме . . . . .</b>	<b>596</b>
<b>Глава 19. Создаем реле времени с задержкой включения . . . . .</b>	<b>563</b>	Выбор микросхемы. . . . .	596
Принципиальная схема реле времени с задержкой включения. . . . .	564	Принципиальная схема микрофонного усилителя. . . . .	597
Конструкция и детали. . . . .	565	Печатные платы. . . . .	599
<b>Глава 19. Создаем FM приемник на микросхеме K174ХА34 . . . . .</b>	<b>568</b>	Корпус для усилителя. . . . .	600
Назначение и параметры приемника. . . . .	568	<b>Глава 23. Создаем простой логический пробник. . . . .</b>	<b>602</b>
Принципиальная схема FM приемника . . . . .	569	Назначение логического пробника . . . . .	602
Детали и комплектующие . . . . .	570	Использованные микросхемы . .	603
Печатная плата FM приемника. . .	573	Принципиальна схема . . . . .	604
Корпус приемника. . . . .	574	<b>Список литературы. . . . .</b>	<b>607</b>