

С. А. Никулин, А. В. Повный

# Энциклопедия начинающего радиолюбителя



---

Наука и Техника, Санкт-Петербург  
2011

Никулин С. А., Повный А. В.

Энциклопедия начинающего радиолюбителя. — СПб.: Наука и Техника, 2011. — 384 с.

ISBN 978-5-94387-849-7

---

Книга создана специально для **начинающих радиолюбителей**, или, как еще у нас любят говорить, — «чайников». Она рассказывает об азах электроники и электротехники, необходимых радиолюбителю. Теоретические вопросы рассказываются в очень доступной форме и в объеме, необходимом для практической работы. Книга учит правильно паять, проводить измерения, анализ схем. Но, скорее, это книга о занимательной электронике. Ведь основа книги — радиолюбительские самоделки, доступные начинающему радиолюбителю и полезные в быту.

Дополняет рассказ Справочный раздел для радиолюбителя с указанием адресов электронных справочников и Обзор ресурсов сети Интернет, из которого можно тоже почерпнуть много интересного.

Книга предназначена для широкого круга начинающих радиолюбителей.



9 785943 878497

ISBN 978-5-94387-849-7

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

Контактные телефоны издательства  
(812) 412-70-25, 412-70-26  
(044) 516-38-66

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

© Никулин С. А., Повный А. В.

© Наука и Техника (оригинал-макет), 2011

---

ООО «Наука и Техника».

Лицензия № 000350 от 23 декабря 1999 года.

198097, г. Санкт-Петербург, ул. Маршала Говорова, д. 29.

Подписано в печать 27.12.2010. Формат 70×100 1/16.

Бумага газетная. Печать офсетная. Объем 24 п. л.

Тираж 3500 экз. Заказ №

Отпечатано с готовых диапозитивов  
в ГП ПО «Псковская областная типография»  
180004, г. Псков, ул. Ротная, 34

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Глава 1. Радиолюбители, знакомьтесь: электротехника</b> .....	<b>6</b>
1.1. Из каких элементов состоит электрическая цепь .....	6
1.2. Чем отличаются разность потенциалов, электродвижущая сила и напряжение .....	9
1.3. Начинаем изучать электрический ток .....	12
1.4. Какие они, проводники электрического тока .....	21
1.5. О чем говорит основной закон электротехники .....	26
1.6. Соединим резисторы последовательно и параллельно .....	27
1.7. Как найти электрическую работу и мощность .....	33
1.8. Почему провод нагревается электрическим током? .....	35
1.9. Какие беды несут короткие замыкания .....	37
1.10. Как измерить ток и напряжение .....	38
1.11. Знакомьтесь: разветвленные электрические цепи .....	42
1.12. В чем особенность электрического тока в жидкостях и газах .....	43
1.13. Рассмотрим магнитное поле электрического тока .....	47
1.14. Какие материалы называются магнитными .....	50
1.15. Когда в проводнике возникает электромагнитная индукция .....	52
1.16. Полезны или вредны индукционные токи? .....	56
1.17. Как работает трансформатор .....	57
1.18. Как устроен и работает электродвигатель постоянного тока .....	61
1.19. Как устроен и работает асинхронный электродвигатель .....	65
1.20. Знакомьтесь: электрическое поле и электростатическая индукция .....	69
1.21. Что такое электрическая емкость, и как работают конденсаторы .....	71
1.22. Рассмотрим трехфазный переменный ток .....	76
1.23. Как повысить коэффициент мощности в цепях синусоидального тока .....	81
<b>Глава 2. Радиолюбители, знакомьтесь: электроника</b> .....	<b>84</b>
2.1. Первые шаги в электронику .....	84
2.2. Рассмотрим основные свойства полупроводников .....	87
2.3. Полупроводниковые резисторы .....	89
2.4. Полупроводниковые диоды .....	89
2.5. Транзисторы .....	92
2.6. Тиристоры .....	99
2.7. Оптоэлектронные приборы .....	101
2.8. Интегральные микросхемы .....	101
2.9. Обозначение полупроводниковых приборов .....	102
2.10. Приборы и устройства индикации .....	103
2.11. Электронные усилители .....	108
2.12. Электронные генераторы .....	116
2.13. Логические устройства .....	121

2.14.	Цифровые устройства .....	124
2.15.	Преобразовательные устройства .....	135
2.16.	Электрические датчики .....	147
<b>Глава 3.</b>	<b>Радиолюбителям о микропроцессорных системах .....</b>	<b>156</b>
3.1.	Цифровая информация .....	156
3.2.	Структура микропроцессорной системы .....	159
3.3.	Микропроцессоры .....	160
3.4.	Устройства памяти .....	163
3.5.	Алгоритм работы микропроцессорной системы .....	167
3.6.	Интерфейсы .....	170
3.7.	Микроконтроллеры .....	176
3.8.	Языки программирования .....	179
3.9.	Применение микропроцессорных систем в электротехнике .....	183
<b>Глава 4.</b>	<b>Берем в руки паяльник .....</b>	<b>188</b>
4.1.	Что такое пайка? .....	188
4.2.	Оборудуем рабочее место радиолюбителя .....	190
4.3.	Паяльник или паяльная станция? .....	193
4.4.	Подготовка нового паяльника к работе .....	202
4.5.	Ремонт стержневого паяльника .....	205
4.6.	Выбираем и правильно используем припой .....	207
4.7.	Выбираем и правильно используем флюс .....	212
4.8.	Меры безопасности для радиолюбителя .....	219
4.9.	Научимся правильно паять .....	223
4.10.	Соединение различных металлов .....	234
4.11.	Радиолюбительские конструкции для регулировки температуры жала паяльника .....	257
4.12.	Полезные конструкции для эффективной пайки .....	267
<b>Глава 5.</b>	<b>Полезные радиолюбительские самоделки .....</b>	<b>270</b>
5.1.	Изготовление печатных плат с помощью компьютера .....	270
5.2.	Логические микросхемы: от теории к практике .....	274
5.3.	Примеры практического применения микросхемы К155ЛА3 .....	280
5.4.	Как подключить нагрузку к блоку управления на микросхемах .....	298
5.5.	Простой логический пробник .....	303
5.6.	Индикаторы и сигнализаторы на регулируемом стабилитроне TL431 .....	307
5.7.	Простой терморегулятор .....	312
5.8.	Повышающий регулятор мощности для паяльника .....	314
5.9.	Простой регулятор мощности для плавного включения ламп, собранный на микросхеме КР1182ПМ1 .....	316
5.10.	Схема плавного запуска трехфазного двигателя, выполненная на базе микросхем КР1182ПМ1 .....	319
5.11.	Простой преобразователь 12 В в 220 В 50 Гц .....	325
5.12.	Ступенчатый регулятор напряжения, поддерживающий сетевое напряжение в пределах 190—242 В .....	328

5.13. Устройство защиты от превышения напряжения .....	332
5.14. Мощный преобразователь напряжения автомобильного аккумулятора в переменное напряжение 220 В .....	333
5.15. Преобразователь напряжения 12/220 В, 50 Гц .....	335
<b>Глава 6. Радилюбительские измерения при поиске неисправностей .....</b>	<b>337</b>
6.1. С чего начинать поиск неисправностей .....	337
6.2. Измерение электрических величин .....	341
6.3. Как использовать универсальные измерительные приборы .....	345
6.4. Простейшие способы проверки исправности электронных компонентов ..	348
6.5. Испытания компонентов с использованием универсальных измерительных приборов .....	353
6.6. Генераторы сигналов сложной формы .....	361
6.7. Частотомеры .....	366
6.8. Осциллографы .....	369
<b>Глава 7. Читаем и рисуем электрические схемы .....</b>	<b>372</b>
<b>Глава 8. Интернет для радилюбителей .....</b>	<b>376</b>
<b>Справочники по электронным компонентам в сети Интернет .....</b>	<b>379</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>381</b>
<b>Список ресурсов Интернет .....</b>	<b>382</b>

## РАДИОЛЮБИТЕЛИ, ЗНАКОМЬТЕСЬ: ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

*Простейшие электрические и магнитные явления известны с глубокой древности. Близ города Магнесия в Малой Азии были найдены удивительные камни (по месту нахождения их называли магнитными, или магнитами), которые притягивали железо. Кроме того, древние греки обнаружили, что кусочек янтаря (по-гречески янтарь — elektron), потертый о шерсть, мог поднимать маленькие клочки папируса. Именно словам «магнит» и «электрон» обязаны своим происхождением термины «магнетизм» и «электричество».*

### 1.1. Из каких элементов состоит электрическая цепь

#### Состав электрической цепи

Простейшая электрическая цепь состоит из источника (гальванического элемента, аккумулятора, генератора и т. п.), потребителей или приемников электрической энергии (ламп накаливания, электронагревательных приборов, электродвигателей и т. п.) и соединительных проводов, соединяющих зажимы источника напряжения с зажимами потребителя (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Схема электрической цепи



**Это полезно запомнить.**

**Электрическая цепь** — совокупность соединенных между собой источников электрической энергии, приемников и соединяющих их проводов (линия передачи).

Электрическая цепь делится на **внутреннюю** и **внешнюю** части. К внутренней части электрической цепи относится сам источник электрической энергии. Во внешнюю часть цепи входят соединительные провода, потребители, рубильники, выключатели, электроизмерительные приборы, т. е. все то, что присоединено к зажимам источника электрической энергии.



**Это интересно знать.**

**Электрический ток** может протекать только по замкнутой электрической цепи. Разрыв цепи в любом месте вызывает прекращение электрического тока.

Виды электрической цепи:

- ♦ **электрические цепи постоянного**, в которых ток не меняет своего направления, т. е. полярность источников ЭДС в которых постоянна.
- ♦ **электрические цепи переменного тока**, в которых протекает ток, который изменяется во времени.

### Элементы электрической цепи

**Источники питания цепи** — это гальванические элементы, электрические аккумуляторы, электромеханические генераторы, термоэлектрические генераторы, фотоэлементы и др. В современной технике в качестве источников энергии применяют главным образом электрические генераторы. Все источники питания имеют внутреннее сопротивление, значение которого невелико по сравнению с сопротивлением других элементов электрической цепи.

**Электроприемниками** постоянного тока являются электродвигатели, преобразующие электрическую энергию в механическую, нагревательные и осветительные приборы, электролизные установки и др.

В качестве **вспомогательного оборудования** в электрическую цепь входят аппараты для включения и отключения (например, рубильники), приборы для измерения электрических величин (например,

амперметры и вольтметры), аппараты защиты (например, плавкие предохранители).



**Это интересно знать.**

*Все электроприемники характеризуются электрическими параметрами, среди которых основные — **напряжение и мощность**. Для нормальной работы электроприемника на его зажимах необходимо поддерживать номинальное напряжение.*

### Виды элементов электрической цепи

Элементы электрической цепи делятся на активные и пассивные:

- ♦ к **активным элементам электрической цепи** относятся те, в которых индуцируется ЭДС (источники ЭДС, электродвигатели, аккумуляторы в процессе зарядки и т. п.);
- ♦ к **пассивным элементам** относятся электроприемники и соединительные провода.

Элементы электрической цепи, обладающие электрическим сопротивлением, характеризуются так называемой **вольтамперной характеристикой**.



**Это полезно запомнить.**

***Вольтамперная характеристика** — это зависимость напряжения на зажимах элемента от тока в нем или зависимость тока в элементе от напряжения на его зажимах.*

Если сопротивление элемента постоянно при любом значении тока в нем и любом значении приложенного к нему напряжения, то вольтамперная характеристика прямая линия и такой элемент называется **линейным элементом**.

Электрическая цепь, электрическое сопротивление участков которой не зависит от значений и направлений токов и напряжений в цепи, называется **линейной электрической цепью**. Такая цепь состоит только из линейных элементов, а ее состояние описывается линейными алгебраическими уравнениями.

Если сопротивление элемента цепи существенно зависит от тока или напряжения, то вольтамперная характеристика носит нелинейный характер, а такой элемент называется **нелинейным элементом**.



Электрическая цепь, электрическое сопротивление хотя бы одного из участков которой зависит от значений или от направлений токов и напряжений в этом участке цепи, называется **нелинейной электрической цепью**. Такая цепь содержит хотя бы один нелинейный элемент.

## 1.2. Чем отличаются разность потенциалов, электродвижущая сила и напряжение

### Разность потенциалов

Известно, что одно тело можно нагреть больше, а другое меньше. Степень нагрева тела называется его **температурой**. Подобно этому, одно тело можно наэлектризовать больше другого. Степень электризации тела характеризует величину, называемую **электрическим потенциалом** или просто потенциалом тела.

Что значит наэлектризовать тело? Это значит сообщить ему **электрический заряд**, т. е. прибавить к нему некоторое количество электронов. Если мы тело заряжаем отрицательно, или отнять их от него, если мы тело заряжаем положительно. В том и другом случае тело будет обладать определенной степенью электризации, т. е. тем или иным потенциалом, причем тело, заряженное положительно, обладает положительным потенциалом, а тело, заряженное отрицательно, — отрицательным потенциалом.



#### **Это полезно запомнить.**

*Разность уровней электрических зарядов двух тел принято называть **разностью электрических потенциалов** или просто **разностью потенциалов**.*



#### **Это интересно знать.**

*Разность потенциалов существует также между двумя такими телами, одно из которых заряжено, а другое не имеет заряда. Так, например, если какое-либо тело, изолированное от земли, имеет некоторый потенциал, то разность потенциалов между ним и землей (потенциал которой принято считать равным нулю) численно равна потенциалу этого тела.*

Итак, если два тела заряжены таким образом, что потенциалы их неодинаковы, между ними неизбежно существует разность потенциалов.

Всем известное явление **электризации** расчески при трении ее о волосы есть не что иное, как создание разности потенциалов между расческой и волосами человека. Действительно, при трении расчески о волосы часть электронов переходит на расческу, заряжая ее отрицательно. Волосы же, потеряв часть электронов, заряжаются в той же степени, что и расческа, но положительно. Созданная таким образом разность потенциалов может быть сведена к нулю прикосновением расчески к волосам. Этот обратный переход электронов легко обнаруживается на слух, если наэлектризованную расческу приблизить к уху. Характерное потрескивание будет свидетельствовать о происходящем разряде.

Говоря выше о разности потенциалов, мы имели в виду два заряженных тела, однако разность потенциалов можно получить и между различными частями (точками) одного и того же тела.

Так, например, рассмотрим, что произойдет в куске медной проволоки, если под действием какой-либо внешней силы нам удастся свободные электроны, находящиеся в проволоке, переместить к одному концу ее. Очевидно, на другом конце проволоки получится недостаток электронов, и тогда между концами проволоки возникнет разность потенциалов.

Стоит нам прекратить действие внешней силы, как электроны тотчас же, в силу притяжения разноименных зарядов, устремятся к концу проволоки, заряженному положительно, т. е. к месту, где их недостает, и в проволоке вновь наступит электрическое равновесие.

### Электродвижущая сила и напряжение

Для поддержания электрического тока в проводнике необходим какой-то внешний источник энергии, который все время поддерживал бы разность потенциалов на концах этого проводника.

Таковыми источниками энергии служат так называемые **источники электрического тока**, обладающие определенной **электродвижущей силой**, которая создает и длительное время поддерживает разность потенциалов на концах проводника.



**Это полезно запомнить.**

**Электродвижущая сила (сокращенно ЭДС) обозначается буквой  $E$ . Единицей измерения ЭДС служит **вольт**.**