

Ванюшин М.Б., Штерн М.И.

# ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ОТ АЗОВ ДО СОЗДАНИЯ  
ПРАКТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ



---

Наука и Техника, Санкт-Петербург

УДК 621.314:621.311.6  
ББК 32.816

Ванюшин М.Б., Штерн М.И.

**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА.** От азов до создания практических устройств. – СПб.: Наука и Техника, 2021. – 544 с., илл.

**ISBN 978-5-94387-893-0**

---

Книга посвящена электротехнике, определяющей сегодня нашу повседневную жизнь. Это интерактивный самоучитель для начинающих свой путь в электротехнику: от изучения основ в ходе экспериментов до практических работ по созданию законченных устройств и систем. В книге нет «теории ради теории». Изложено самое необходимое. Это позволит чувствовать себя уверенно при практической работе с электротехникой. Есть в книге и необходимые базовые формулы, без которых не понять принципа работы электротехнических устройств.

В практической части книги рассмотрены: монтаж электросчетчиков, создание квартирных электрощитков, практические схемы управления современным освещением, ТЭНами, а также коммутационными устройствами, обеспечивающими безопасную эксплуатацию электродвигателей и многое другое.

Большой практический раздел посвящен интерактивным калькуляторам, позволяющим быстро произвести необходимые расчеты электропроводки, элементов защиты сети, освещения дома и квартиры, ТЭНов, бытовых электродвигателей.

В необходимых местах по тексту книги стоят 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 читателей: школьников, студентов радиотехнических специальностей, радиолюбителей.



**ISBN 978-5-94387-893-0**

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)



© Ванюшин М.Б., Штерн М.И.  
© Наука и Техника (оригинал-макет)

---

ООО «Наука и Техника».  
Лицензия № 000350 от 23 декабря 1999 года.  
198097, г. Санкт-Петербург, ул. Маршала Говорова, д. 29.  
Подписано в печать . . . . . Формат 70×100 1/16.  
Бумага газетная. Печать офсетная. Объем 34 п. л.  
Тираж 1000 экз. Заказ № . . . . .

Отпечатано с готовых файлов заказчика  
в АО «Первая Образцовая типография»  
филиал «УЛЬЯНОВСКИЙ ДОМ ПЕЧАТИ»  
432980, г. Ульяновск, ул. Гончарова, 14

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>QR-коды – как их использовать в книге</b> .....	<b>15</b>
Для чего используются QR-коды .....	15
Виды QR-кодов .....	16
Распознавание QR-кодов на мобильных устройствах Apple .....	16
Распознавание QR-кодов на мобильных устройствах с Android ..	17
<b>Шаг I. ПЕРВОЕ ЗНАКОМСТВО С ЭЛЕКТРИЧЕСТВОМ</b> .....	<b>19</b>
<b>Глава 1. Как открыли электричество</b> .....	<b>20</b>
Что такое электричество и откуда оно возникает? .....	20
Несколько важных исторических шагов .....	21
Электричество в мировой культуре и мифологии .....	27
<b>Глава 2. Электричество в животном мире</b> .....	<b>31</b>
Откуда у рыб электричество? .....	31
Направление ударов электрического тока у рыб .....	33
Электрический угорь .....	34
Электрический скат торпедо .....	36
Морская лисица .....	37
Скат дископиге глазчатый .....	37
Сом электрический .....	37
Отличается ли «животное» электричество от обычного? .....	38
<b>Глава 3. Электричество изнутри</b> .....	<b>40</b>
Все ли решают электроны? .....	40
Статическое электричество .....	41
Практика: сбор конденсатором статических зарядов .....	42
Почему взаимодействуют заряженные тела? .....	44
Как количественно описать электричество? .....	46
Проводники и диэлектрики: в чем отличие .....	47
Электрическое поле и его особенности .....	48
<b>Глава 4. Проводники и их сопротивление</b> .....	<b>50</b>
Зависимость сопротивления от свойств проводника .....	50
Взаимодействие движущихся электронов с ионами кристаллической решетки .....	52
Зависимость сопротивления от длины проводника .....	53
Зависимость сопротивления от площади поперечного сечения ..	53
Реостаты, резисторы, потенциометры .....	55

Небольшая задача о резисторах . . . . .	56
Электрический ток и внутреннее сопротивление . . . . .	57
Тепловое действие тока. . . . .	59
<b>Глава 5. Диэлектрики и емкость . . . . .</b>	<b>61</b>
Диэлектрики . . . . .	61
Заряд и разряд конденсатора . . . . .	63
Соединение конденсаторов . . . . .	65
<b>Шаг II. ПОСТОЯННЫЙ ТОК. . . . .</b>	<b>67</b>
<b>Глава 6. Зависимости сопротивлений . . . . .</b>	<b>68</b>
Зависимость сопротивления от положения движка . . . . .	68
Зависимость сопротивления проводника от температуры . . . . .	69
<b>Глава 7. Типовые соединения резисторов. . . . .</b>	<b>72</b>
Последовательное соединение резисторов . . . . .	72
Призываем на помощь первый закон Кирхгофа . . . . .	75
Параллельное соединение резисторов . . . . .	77
Смешанное соединение резисторов . . . . .	79
Нелинейные сопротивления. . . . .	80
<b>Глава 8. Зависимости постоянного тока . . . . .</b>	<b>82</b>
Зависимость силы тока от напряжения . . . . .	82
Зависимость силы тока от сопротивления. . . . .	85
<b>Глава 9. Расчет цепей. . . . .</b>	<b>88</b>
Второй закон Кирхгофа. . . . .	88
Метод эквивалентного генератора . . . . .	90
Сложные электрические цепи . . . . .	92
Метод узловых напряжений. . . . .	95
Метод контурных токов. . . . .	96
<b>Глава 10. Работа и мощность . . . . .</b>	<b>99</b>
Что такое мощность . . . . .	99
О чем нам говорит закон Ленца-Джоуля. . . . .	101
Нагревание проводников электрическим током. . . . .	102
Расчет сечения проводов . . . . .	103
<b>Глава 11. Режимы цепи . . . . .</b>	<b>106</b>
Характерные режимы работы сети. . . . .	106
Режим холостого хода . . . . .	107
Номинальный режим . . . . .	107

Режим короткого замыкания . . . . .	108
Согласованный режим . . . . .	108
Соотношение мощностей в электрической цепи . . . . .	108
Расчет мощности и КПД в цепи постоянного тока с переменным сопротивлением и источником компьютерного блока питания . . . . .	111
<b>Глава 12. Химические источники . . . . .</b>	<b>113</b>
Первое знакомство . . . . .	113
Первый закон Фарадея . . . . .	114
Второй закон Фарадея . . . . .	115
Гальванические элементы . . . . .	115
Аккумуляторы . . . . .	118
Щелочные аккумуляторы . . . . .	121
Приведение щелочных аккумуляторных батарей в рабочее состояние . . . . .	123
Приготовление электролита для щелочных аккумуляторных батарей . . . . .	124
Проверка плотности электролита аккумуляторных батарей . . . . .	126
Проверка уровня электролита аккумуляторных батарей . . . . .	127
Смена электролита щелочных аккумуляторов . . . . .	127
Заряд и разряд щелочных аккумуляторных батарей . . . . .	128
Контрольно-тренировочный цикл щелочных аккумуляторных батарей . . . . .	130
Приведение кислотных аккумуляторных батарей в рабочее состояние . . . . .	131
Приготовление электролита для кислотных аккумуляторных батарей . . . . .	132
Заряд и разряд кислотных аккумуляторных батарей . . . . .	132
Контрольно-тренировочный цикл кислотных аккумуляторных батарей . . . . .	134
<b>Шаг III. МАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ . . . . .</b>	<b>135</b>
<b>Глава 13. Магниты и их свойства . . . . .</b>	<b>136</b>
Первое знакомство . . . . .	136
Магнитное поле электрического тока . . . . .	138
Магнитное поле соленоида . . . . .	140
Проводник с током в магнитном поле. Магнитная индукция . . . . .	141
<b>Глава 14. Закон полного тока . . . . .</b>	<b>144</b>
Магнитодвижущая сила . . . . .	144
Напряженность магнитного поля . . . . .	144
Магнитная проницаемость. Магнитный поток . . . . .	146

<b>Глава 15. Явление гистерезиса</b> .....	<b>148</b>
Магнитные поля вокруг проводников .....	148
Абсолютная магнитная проницаемость .....	149
Электромагнит .....	150
Явление гистерезиса .....	151
Коэрцитивная сила .....	153
Петля гистерезиса .....	153
Особенности ферромагнитных материалов .....	154
Полярность электромагнита .....	156
<b>Глава 16. Электромагниты</b> .....	<b>156</b>
Электромагнитная индукция .....	157
Вихревые токи .....	161
Что такое самоиндукция .....	163
<b>Глава 17. Самоиндукция</b> .....	<b>163</b>
Самоиндукция в прямолинейных проводниках .....	164
Единицы индуктивности .....	165
Расчет самоиндукции .....	166
Расчет катушек индуктивности .....	167
<b>Глава 18. Взаимоиндукция</b> .....	<b>170</b>
Переходные процессы в цепи, содержащей индуктивный элемент ...	170
Причины возникновения ЭДС взаимоиндукции .....	172
<b>Шаг IV. ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК</b> .....	<b>173</b>
<b>Глава 19. Получение синусоидальной ЭДС</b> .....	<b>174</b>
Получение переменной электродвижущей силы .....	174
Синусоидальная движущая сила .....	178
<b>Глава 20. Активное и индуктивное сопротивление цепи</b> .....	<b>181</b>
Активное сопротивление в цепи переменного тока .....	181
Действующие значения тока и напряжения .....	183
Катушка индуктивности в цепи переменного тока .....	184
<b>Глава 21. Активное и емкостное сопротивление цепи</b> .....	<b>187</b>
Цепь переменного тока, содержащая активное и индуктивное сопротивления .....	187
Емкость в цепи переменного тока .....	190

Цепь переменного тока, содержащая активное и емкостное сопротивление . . . . .	192
Цепь переменного тока, содержащая активное, индуктивное и емкостное сопротивления. . . . .	194
<b>Глава 22. Колебательный контур . . . . .</b>	<b>197</b>
Параллельное соединение ветвей с активными сопротивлениями и двумя индуктивностями . . . . .	197
Параллельное соединение реактивных сопротивлений с индуктивностью и емкостью . . . . .	199
Резонанс токов . . . . .	199
Принцип действия колебательного контура . . . . .	201
<b>Шаг V. ТРЕХФАЗНАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ . . . . .</b>	<b>203</b>
<b>Глава 23. Трехфазный генератор . . . . .</b>	<b>204</b>
Работа трехфазного генератора . . . . .	204
Соединение обмоток генератора . . . . .	207
<b>Глава 24. Включение нагрузок в трехфазную сеть . . . . .</b>	<b>211</b>
Включение нагрузки звездой. . . . .	211
Включение нагрузки треугольником . . . . .	213
Защита трехфазной сети предохранителями . . . . .	214
Мощность трехфазной цепи. . . . .	216
<b>Глава 25. Использование вращающегося магнитного поля. . . . .</b>	<b>216</b>
Измерение мощности в трехфазной сети . . . . .	217
Измерение потребленной энергии в трехфазной сети . . . . .	218
Вращающееся магнитное поле . . . . .	219
Направление результирующего магнитного поля . . . . .	220
Изменение направления вращения магнитного поля . . . . .	222
Многополюсные обмотки . . . . .	224
<b>Шаг VI. СИЛОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ . . . . .</b>	<b>225</b>
<b>Глава 26. Устройство и работа трансформатора . . . . .</b>	<b>226</b>
Общие сведения о трансформаторах. . . . .	226
Обмотки трансформатора. . . . .	227
Принцип действия трансформатора . . . . .	228
Магнитопроводы однофазных силовых трансформатора . . . . .	229

Характеристики трансформаторов . . . . .	230
Работа трансформатора под нагрузкой . . . . .	232
Соотношение напряжений в обмотках трансформатора . . . . .	234
Многообмоточные трансформаторы . . . . .	235
<b>Глава 27. Эксперименты с трансформаторами. . . . .</b>	<b>236</b>
Трехфазные трансформаторы . . . . .	236
Эксперименты холостого хода однофазного трансформатора. . . . .	238
Эксперименты короткого замыкания однофазного трансформатора. . . . .	240
Определение рабочих свойств однофазных трансформаторов по данным экспериментов х.х. и к.з. . . . .	241
Параметры, определяемые в ходе эксперимента холостого хода однофазного трансформатора . . . . .	243
Параметры, определяемые в ходе эксперимента короткого замыкания однофазного трансформатора. . . . .	244
Эксперименты нагрузки однофазного трансформатора . . . . .	245
Автотрансформаторы. . . . .	245
Измерительные трансформаторы . . . . .	249
<b>Шаг VII. АСИНХРОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ. . . . .</b>	<b>251</b>
<b>Глава 28. Устройство асинхронного двигателя . . . . .</b>	<b>252</b>
Общие сведения об электрических машинах. . . . .	252
Принцип действия электрических машин. . . . .	253
Принцип действия асинхронного двигателя. . . . .	254
Устройство асинхронного двигателя . . . . .	257
<b>Глава 29. Принцип действия асинхронного двигателя. . . . .</b>	<b>261</b>
Работа асинхронного двигателя под нагрузкой. . . . .	261
Вращающий момент асинхронного двигателя. . . . .	263
Рабочие характеристики асинхронного двигателя . . . . .	266
Пуск в ход асинхронных двигателей . . . . .	269
<b>Глава 30. Применение асинхронных двигателей . . . . .</b>	<b>269</b>
Двигатели с улучшенными пусковыми свойствами. . . . .	272
Регулирование частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей . . . . .	274
Однофазные асинхронные двигатели . . . . .	276

<b>Шаг VIII. СИНХРОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ И ГЕНЕРАТОРЫ</b> .....	<b>279</b>
<b>Глава 31. Работа синхронного генератора</b> .....	<b>280</b>
Схема синхронного генератора .....	280
Устройство синхронного генератора .....	284
Работа синхронного генератора под нагрузкой .....	286
<b>Глава 32. Работа синхронного двигателя</b> .....	<b>291</b>
Схожесть конструкции двигателя и генератора .....	291
Достоинство синхронных двигателей .....	292
Пуск синхронных двигателей .....	292
<b>Шаг IX. МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА</b> .....	<b>295</b>
<b>Глава 33. Устройство генератора постоянного тока</b> .....	<b>296</b>
Простейший генератор постоянного тока .....	296
Устройство генератора постоянного тока .....	297
Обмотки якорей машины постоянного тока .....	300
ЭДС машины постоянного тока .....	304
<b>Глава 34. Работа генератора постоянного тока</b> .....	<b>305</b>
Магнитное поле при нагрузке .....	305
Коммутация тока .....	307
<b>Глава 35. Способы возбуждения генератора</b> .....	<b>311</b>
Работа машины постоянного тока в режиме генератора .....	311
Способы возбуждения генераторов постоянного тока .....	314
Характеристики генераторов постоянного тока .....	316
<b>Глава 36. Регулировка частоты вращения</b> .....	<b>323</b>
Работа машины постоянного тока в режиме двигателя .....	323
Пуск двигателей постоянного тока .....	325
Характеристики двигателей постоянного тока .....	328
Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока .....	331
<b>Шаг X. ПРАКТИКА:</b>	
<b>ИНТЕРАКТИВНЫЕ РАСЧЕТЫ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ</b> .....	<b>333</b>
<b>Глава 37. ПРАКТИКА: интерактивные расчеты</b>	
<b>номинального тока автоматов</b> .....	<b>334</b>
Упрощенный расчет	
автоматического выключателя по мощности .....	334

Калькулятор для расчета тока нагрузки для выбора автоматического выключателя .....	336
<b>Глава 38. ПРАКТИКА: интерактивные расчеты заземления дома ..</b>	<b>339</b>
Простой онлайн расчет сопротивления заземления .....	339
Онлайн-расчет контура заземления, расчет заземляющего устройства и заземлителя .....	341
<b>Глава 39. ПРАКТИКА: интерактивные расчеты     молниезащиты дома .....</b>	<b>343</b>
Ручной расчет эффективной молниезащиты .....	343
Интерактивные расчеты молниезащиты .....	345
<b>Глава 40. ПРАКТИКА: интерактивные расчеты     для электродвигателей .....</b>	<b>346</b>
Расчет конденсаторов для подключения двигателя в однофазную сеть .....	346
Расчет мощности и момента асинхронного электродвигателя .....	348
Онлайн расчет мощности электродвигателя .....	349
Расчет номинального и пускового токов электродвигателя .....	351
Расчет коэффициента мощности электродвигателя .....	352
Расчет коэффициента полезного действия электродвигателя .....	353
Калькуляторы для самодельного электровелосипеда .....	354
<b>Глава 41. ПРАКТИКА: интерактивные расчеты     мощности электроприборов .....</b>	<b>357</b>
Расчеты производительности кухонной вытяжки .....	357
Расчет производительности вытяжки для различных помещений .....	359
Расчет тепловой пушки .....	360
Расчеты мощности ТЭНа .....	361
<b>Глава 42. ПРАКТИКА: расчеты для использования     светодиодных лент .....</b>	<b>365</b>
Практические расчеты с учетом светотдачи светодиодной ленты .....	365
Расчеты для подключения светодиодной ленты .....	367
Расчеты блока питания для светодиодной ленты .....	369
<b>Глава 43. ПРАКТИКА: расчеты светодиодных лент     и их блоков питания .....</b>	<b>373</b>
Мастер подбора светодиодной ленты и блока питания .....	373
Расчет освещения при использовании светодиодной ленты .....	374
Расчет блока питания светодиодной ленты .....	375

<b>Глава 44. ПРАКТИКА: интерактивные расчеты освещения в помещении</b> .....	<b>377</b>
Калькулятор расчета освещенности помещения.....	377
Калькулятор расчета количества ламп.....	378
<b>Глава 45. ПРАКТИКА: расчет токовой нагрузки квартирной электросети</b> .....	<b>379</b>
Поговорим о цветах изоляции проводов, сечение которых будем рассчитывать .....	379
Прикидка сечения проводов в зависимости от ожидаемой нагрузки .....	381
Выбор сечения медного провода электропроводки по силе тока .....	384
Выбор сечения медного провода по мощности для сети 220 В... ..	387
Выбор сечения медного провода по мощности для бортовой сети автомобиля 12 В .....	388
Выбор сечения провода для подключения электроприборов к трехфазной сети 380 В .....	389
Типовые сечения жил проводов и кабелей .....	391
Расчет токовой нагрузки для одиночного потребителя .....	392
Расчет токовой нагрузки группы потребителей .....	393
Расчет сечения кабелей для различных групп электропроводки... ..	395
Простейший онлайн калькулятор расчета сечения проводов .....	397
<b>Глава 46. ПРАКТИКА: интерактивные расчеты проводов и кабелей</b> .....	<b>397</b>
Онлайн калькулятор расчета кабеля по току и мощности с учетом длины и способа прокладки линии .....	398
Онлайн калькулятор расчета сечения кабеля по мощности для переменного и для постоянного тока .....	399
Калькулятор для расчета падения напряжения в кабеле или проводе .....	401
Простой калькулятор для расчета сечения кабеля .....	402
Продвинутый калькулятор для подбора сечения кабельной продукции .....	403
Калькулятор для расчета проводника предохранителя.....	405
Калькулятор для расчета обогрева водопровода .....	406
Калькулятор для расчета обогрева водостоков и кровли .....	407
Калькулятор для расчета греющего кабеля теплого пола .....	409
Калькулятор греющего провода ПНСВ для прогрева бетона .....	412
<b>Глава 47. ПРАКТИКА: расчеты при создании квартирного щитка</b> ..	<b>416</b>
Расчет автоматических выключателей при формировании квартирного щитка .....	416

Выбираем УЗО по номинальному напряжению и номинальному току нагрузки .....	417
Выбираем УЗО по величине отключающего тока .....	420

## **Шаг XI. СОЗДАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ. .... 423**

### **Глава 48. ПРАКТИКА: формирование квартирных электрощитков. . 424**

Деление квартирной электросети на группы .....	424
Электрическая схема квартирного щитка .....	425
Электрощиток с однофазным вводом, электросчетчиком, с применением УЗО. ....	426
Электрощиток с однофазным вводом, без электросчетчика, с применением дифавтомата .....	427
Электрощиток с трехфазным вводом, без электросчетчика, с применением дифавтомата .....	428
Электрощиток с трехфазным вводом, с электросчетчиком, с применением дифавтомата и УЗО .....	429
Установка и монтаж квартирного электрощитка .....	432
Анатомия распределительного щита с автоматами. ....	435
Монтажная схема двухпроводной электросети комнаты .....	436
Монтажная схема трехпроводной электросети комнаты. ....	437

### **Глава 49. ПРАКТИКА: подключение приборов учета электроэнергии .....** 439

Назначение электросчетчиков. ....	439
Разновидности электросчетчиков: достоинство и недостатки ...	440
Технические параметры электросчетчиков .....	441
Принцип действия однофазного индукционного счетчика. ....	443
Принцип действия индукционного трехфазного электросчетчика. ...	446
Принцип действия гибридного электронно-механического счетчика. ...	446
Принцип действия электронного электросчетчика .....	447
Установка счетчика. ....	448
Использование трансформатора тока .....	449
Особенности включения счетчиков и измерительных трансформаторов .....	451
Прямые схемы подключения электросчетчика .....	452
Схема подключения однофазного счетчика .....	455
Схема подключения трехфазного счетчика .....	456
Практикум по подключению трехфазного счетчика прямого включения. ....	458

<b>Глава 50. ПРАКТИКА: подключение выключателей и переключателей</b>	<b>462</b>
Подключение одноклавишного выключателя	462
Подключение двухклавишного выключателя	463
Подключение трехклавишного выключателя	465
Типовые ошибки подключения клавишных выключателей	468
Проверка правильности подключения клавишного выключателя	471
Устройство проходного выключателя	473
Электрическая схема системы двух проходных выключателей	473
Схема подключения двух проходных выключателей	474
Монтажная схема системы двух проходных выключателей	477
Внешний вид и устройство перекрестного выключателя	478
Схема перекрестного выключателя	479
Подключение перекрестного выключателя	480
Работа схемы в разных положениях контактов выключателей	480
Монтажная схема	483
<b>Глава 51. ПРАКТИКА: подключение ТЭНов в электросеть</b>	<b>484</b>
Принцип действия ТЭНа	484
Схемы включения ТЭН в однофазную сеть	485
Включение ТЭНа в розетку	486
Включение ТЭНа через автоматический выключатель	487
Работа ТЭН в схемах регулирования температуры	490
Особенности включения ТЭН в трехфазную сеть	492
Схема соединения ТЭН звездой в трехфазной сети	492
Схема соединения ТЭН треугольником в трехфазной сети	495
Трехфазная схема НАГРЕВАТЕЛЬ-ТЕРМОРЕЛЕ-КОНТАКТОР	496
<b>Глава 52. ПРАКТИКА: устройство и работа магнитных пускателей</b>	<b>499</b>
Назначение магнитных пускателей	499
Разновидности пускателей переменного тока	500
Контактор — главный элемент пускателя	502
Основные части контактора	503
Принцип действия	505
Электрическая схема электромагнитного контактора	506
Параметры электромагнитных пускателей и контакторов	507
Назначения и разновидности кнопок управления	510
Устройство кнопок управления	510
Кнопка «СТОП»	511
Кнопка «ПУСК»	512
Принципиальная схема подключения непереворачиваемых пускателей	513

<b>Глава 53. ПРАКТИКА: нереверсивные пускатели и электродвигатели. . . . .</b>	<b>513</b>
Работа схемы самоподхвата . . . . .	514
Монтажная схема с реальными элементами . . . . .	515
Назначение реверсивных пускателей . . . . .	517
<b>Глава 54. ПРАКТИКА: реверсивные пускатели и электродвигатели. . .</b>	<b>517</b>
Узел механической блокировки . . . . .	518
Контактные приставки. . . . .	518
Схема включения реверсивного пускателя. . . . .	519
Исходное состояние схемы . . . . .	520
Монтажная схема включения реверсивного пускателя с реальными элементами . . . . .	521
Работа цепей управления при вращении «ВЛЕВО» . . . . .	521
Монтажная схема с реальными элементами, отвечающая за команду «ВЛЕВО». . . . .	522
Работа цепей управления при вращении «ВПРАВО» . . . . .	522
Работа силовой части. Реверс вращения. . . . .	523
Монтажная схема силовой части. Реверс вращения. . . . .	524
<b>Глава 55. ПРАКТИКА: защита двигателей при помощи тепловых реле. . . . .</b>	<b>526</b>
Назначение и задачи электротеплового реле . . . . .	526
Варианты тепловых реле по типу нагрева. . . . .	527
Режимы работы тепловых реле . . . . .	528
Конструкция и принцип действия теплового реле . . . . .	528
Тепловое реле серии ТРН:	
назначение, устройство, внешний вид . . . . .	529
Тепловое реле серии ТРН:	
принцип действия и электрическая схема . . . . .	530
Тепловые реле серии ТРП: назначение и устройство . . . . .	531
Тепловые реле серии ТРП:	
принцип действия и электрическая схема . . . . .	531
Электротепловые реле типа РТИ:	
назначение, устройство и подключение к контактору . . . . .	532
Принципиальная схема подключения нереверсивного пускателя с электротепловым реле . . . . .	535
Схема подключения реверсивного пускателя с электротепловым реле . . . . .	538
Выбор теплового реле . . . . .	538
<b>Список литературы и ресурсов Интернет . . . . .</b>	<b>543</b>

# QR-КОДЫ – КАК ИХ ИСПОЛЬЗОВАТЬ В КНИГЕ

Для чего используются  
QR-коды ||

Для облегчения работы с **интерактивным материалом** в книге широко используется **технология QR-кодов**, которая превращает книгу в удобный **ИНТЕРАКТИВНЫЙ ПРОДУКТ**.

Большинству приходилось видеть картинки, на которых изображены черные квадраты, состоящие из множества маленьких квадрати-ков и черточек, размещенные в белом квадрате.

Именно эти квадраты называются **QR-кодами**. Аббревиатура **QR** происходит от английской фразы **QUICK RESPONSE**, что можно пере-вести как **БЫСТРЫЙ ОТКЛИК**. Рассмотрим определение.



## ЧТО ЕСТЬ ЧТО.

**QR-код (quick response code)** – это двухмерный матрич-ный штрих-код (или бар-код), предоставляющий инфор-мацию для ее быстрого распознавания с помощью каме-ры на мобильном устройстве.

В QR-кодах можно зашифровывать объемную информацию в отли-чие от устаревших **штрих-кодов**, в которых закладывается минимум информации. Один матричный **QR-код** вмещает 7089-значное число или же текст объемом в 1450 кириллических знаков.

Технология QR-матричного кода была разработана в Японии в 1994 году, но известной в мире стала с 2000 года. В странах СНГ матричные коды стали широко известны лишь в 2011 году.

При генерировании кода зашифровывается информация, которую в дальнейшем можно распознать с помощью специальных приложе-ний для считывания QR-кодов, которые должны быть установлены на смартфоне или планшете.