

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ

МАНГА

# АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Фудзитаки Кадзухирос  
Такаяма Яма

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ МАНГА  
АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ



Фудзитаки Кадзухирос  
Такаяма Яма  
TREND-PRO Co., Ltd.

**СМК**  
издательство

**OHMsha**









# **Автоматическое управление**

**Манга**



# マンガでわかる シーケンス制御

藤瀧 和弘／著 高山 ヤマ／作画 トレンド・プロ／制作





ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ МАНГА

# АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

**Фудзитаки  
Кадзухиро**

**Художник  
Такаяма Яма**

**Перевод А. В. Кисиной**

**Научный редактор  
С. А. Сенченков**



**ДМК**  
издательство

Москва  
ДМК Пресс, 2020



УДК 681.5  
ББК 32.812  
К13

### **Фудзитаки Кадзухиро**

- К13 Автоматическое управление. Манга / Фудзитаки Кадзухиро (автор), Такаяма Яма (худ.); пер. с яп. А. В. Кисиной. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 210 с.: ил. – (Серия «Образовательная манга»). – Доп. тит. л. яп.

**ISBN 978-5-97060-680-3**

Эта манга – о системах автоматического управления, которые окружают нас везде: в лифтах, светофорах, стиральных машинах и другой технике.

Они делают нашу жизнь легче и удобнее, позволяют экономить трудозатраты на производстве.

Вы узнаете про управляющие контуры, микроконтроллеры, контакты разных типов и другую электронную начинку систем управления. А заодно о том, что хихикомори – это затворник по-японски, ведь юноше по имени Ооя лифт не нужен – он не выходит из дома.

Издание будет полезно всем, кто интересуется электроникой и управлением разными сложными устройствами.

УДК 681.5

ББК 32.812

Manga de Wakaru Shikensu seigyō (Manga: Guide to Sequence control)

By Fudzitaki Kadzukhiro (Author), Takayama Yama (Illustrator)

and Trend Pro Co. (Producer)

Published by Ohmsha, Ltd.

Russian language edition copyright © 2020 by DMK Press

Все права защищены. Никакая часть этого издания не может быть воспроизведена в любой форме или любыми средствами, электронными или механическими, включая фотографирование, ксерокопирование или иные средства копирования или сохранения информации, без письменного разрешения издательства.

ISBN 978-4-274-06735-8 (яп.)

Copyright © 2009 Produced by TREND-PRO Co., Ltd.

ISBN 978-5-97060-680-3 (рус.)

© Перевод, оформление, издание, ДМК Пресс, 2020



# ПРЕДИСЛОВИЕ

---

В современном обществе в самых разнообразных областях активно используются машины и приборы, управляемые автоматически. Работа электрических стиральных машин, кондиционеров и других хорошо нам знакомых бытовых электроприборов обеспечивается за счет систем автоматического управления, что делает нашу жизнь легче и удобнее. Кроме того, даже на заводских конвейерных линиях автоматизация вносит огромный вклад в экономию трудозатрат. В работе лифтов многоэтажных зданий и светофоров на перекрестках тоже используются системы автоматического управления. Таким образом, автоматическое управление является неотъемлемой частью нашей жизни.

Существует несколько типов систем автоматического управления, среди которых наибольшее применение получили системы последовательного управления, использование которых в электротехнике началось очень давно с простейших устройств типа лифтов и светофоров. Сейчас для управления электронными устройствами широко используются микроконтроллеры, но начинать знакомство с последовательным управлением стоит с систем управления, действующих с помощью электромагнитных реле. Чтобы понимать работу систем последовательного управления, важно уметь представить себе поведение системы, просто посмотрев на алгоритм ее работы. Для этого очень эффективно не только рассматривать диаграммы, но и на собственном опыте понять устройство электропроводки в управляющем контуре.

В данном комиксе на сцене появится молодой человек по имени Каи, который узнает, как наладить работу управляющего контура, работающего за счет электромагнитных реле. Для сцен, в которых говорится об электрических цепях, компания Trend Pro Books, ответственная за издание данного комикса, любезно подготовила для иллюстратора работающие контуры с использованием настоящих электромагнитных реле. Уважаемые читатели, постарайтесь вместе с Каи на своем опыте изучить электрические цепи и непосредственно прочувствовать, что же это такое – последовательный контур управления. Надеюсь, что эта история о последовательном управлении вас заинтересует.

Я искренне благодарен господину Такаяма, ответственному за иллюстрирование, и сотрудникам издательства Trend Pro Books, занимавшимся производством данного комикса. Также я хочу выразить свою сердечную благодарность сотрудникам отдела по развитию компании Ohmsha, которые любезно предоставили мне возможность взяться за перо.

Октябрь 2008 года

Фудзитаки Кадзухиро



# СОДЕРЖАНИЕ

## Пролог

ЗАТВОРНИЦА И НАДОЕДА .....	1
----------------------------	---

## Глава 1

УПРАВЛЕНИЕ .....	9
------------------	---

1 Ручное управление и автоматическое управление .....	11
2 Электрические цепи и управляющие контуры .....	17
3 Как работают контакты .....	21
4 Виды контактов .....	23
5 ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ .....	27
Что такое автоматическое управление? .....	27
Системы управления: основы .....	30
Основные принципы работы контактов .....	32

## Глава 2

ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ .....	37
------------------------------	----

1 Программное управление .....	40
2 Механизмы, регулируемые замкнутыми системами управления .....	44
3 ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ .....	49
Последовательное управление на примере стиральной машины .....	49
Кондиционер и замкнутые системы управления .....	52



## Глава 3

### **РАЗНООБРАЗНЫЕ УСТРОЙСТВА, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕСЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ .... 57**

1 Кнопочный выключатель .....	60
2 Двухпозиционный переключатель .....	61
3 Селекторный переключатель .....	63
4 Миниатюрный переключатель мгновенного действия .....	64
5 Электромагнитное реле .....	66
6 Таймер .....	68
7 ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ .....	75
Коммутационные аппараты .....	75
Датчики .....	78
Исполнительные устройства .....	80
Индикаторные и сигнальные устройства .....	87

## Глава 4

### **КАК ЧЕРТИТЬ СХЕМЫ КОНТУРОВ ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ ..... 89**

1 Вертикальное и горизонтальное изображения .....	93
2 Буквенные обозначения устройств .....	96
3 Как обозначать места соединения и как они выглядят на самом деле .....	98
4 Как сделать схему легко читаемой .....	100
5 ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ .....	105
Основы черчения схем контуров программного управления ...	105
Схемы и буквенные обозначения .....	105
Нумерация клемм устройств .....	109
Схемы контуров программного управления и системы координат .....	109
Как читать схемы контуров программного управления .....	111



Как найти причину неисправности в схеме контура программного управления .....	113
--	-----

## Глава 5

### КОНТАКТЫ И ЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ .....115

1 Что такое «цифровой» .....	118
2 Что такое логическая схема .....	122
3 ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ .....	138
Двоичный код .....	138
Основные логические схемы .....	138
Условные обозначения логических схем .....	143
Как, используя схемы И-НЕ, получить схемы И, ИЛИ и НЕ. ....	146

## Глава 6

### ПРОСТЕЙШАЯ СИСТЕМА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ..... 149

1 Схема, выключающая сигнальную лампу .....	155
2 Что делать, если участников двое .....	156
3 Что делать, если участников трое .....	160
4 Что такое временная диаграмма .....	163
5 Попробуем собрать электрическую схему .....	170
6 Простейшая система управления лифтом .....	179
8 ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ .....	185
Основные принципы и временные диаграммы .....	185
Схемы с таймерами .....	189
Схема с последовательным включением .....	190
Схема защитного отключения двигателя .....	192

### Предметный указатель ..... 198





R1

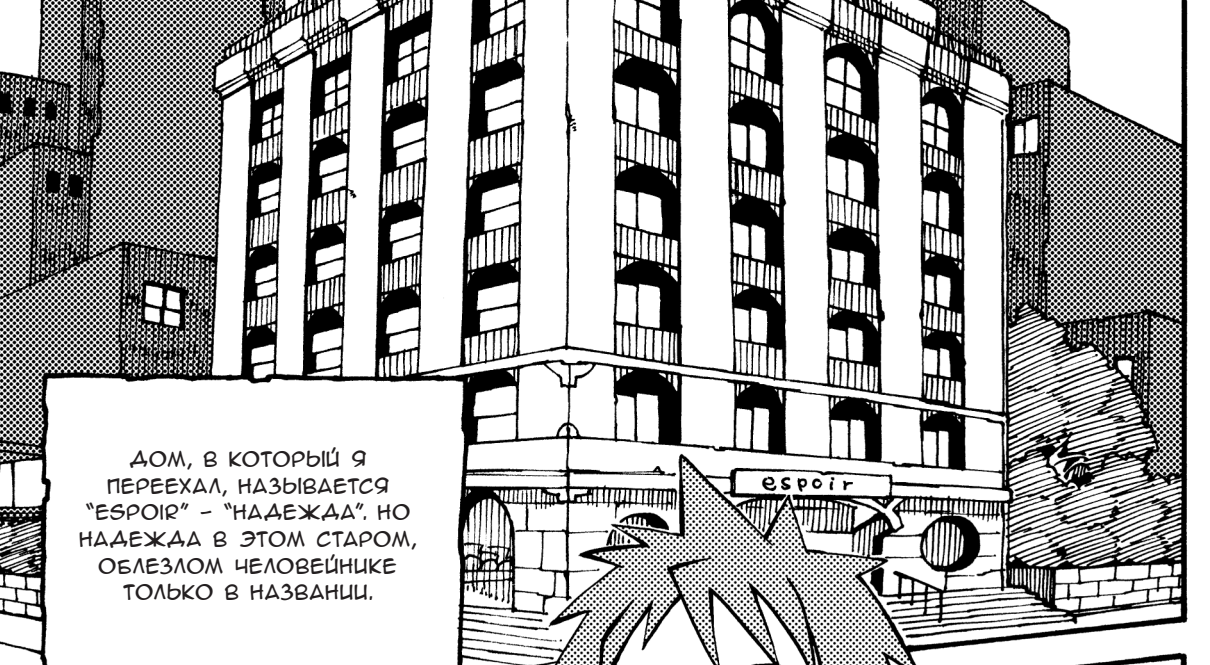
R2

# ПРОЛОГ

## ЗАТВОРНИЦА И НАДОЕДА







ДОМ, В КОТОРЫЙ Я  
ПЕРЕЕХАЛ, НАЗЫВАЕТСЯ  
"ESPOIR" - "НАДЕЖДА", НО  
НАДЕЖДА В ЭТОМ СТАРОМ,  
ОБЕЗЛОМ ЧЕЛОВЕЧНИКЕ  
ТОЛЬКО В НАЗВАНИИ.



А ЕЩЕ...



ЛИФТ ПОЧЕМУ-ТО НИКОГДА  
НЕ РАБОТАЕТ.

ЛИФТ  
НЕ  
РАБОТАЕТ!  
НЕ  
ВЫЗЫВАТЬ!

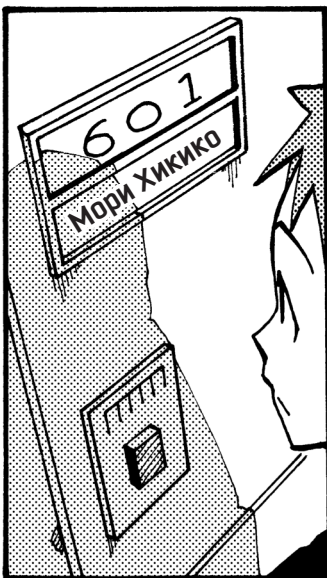
5F

ВИДИМО,  
ПОЭТОМУ И  
АРЕНДНАЯ  
ПЛАТА ТАКАЯ  
НИЗКАЯ...

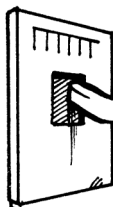


ИЗ ВСЕХ СОСЕДЕЙ  
Я НЕ ПОЗНАКОМИЛСЯ  
ТОЛЬКО С ООЯ. МЫ  
ЕЩЕ НЕ ВСТРЕЧАЛИСЬ...  
ИНТЕРЕСНО, ЧТО ОН  
ЗА ЧЕЛОВЕК?

ЗАОДНО  
СПРОСИТЬ  
У НЕГО, ЧТО ЛЦ,  
ПРО ЛИФТ?



ГОВОРИЛИ ЖЕ, ЧТО  
НА ШЕСТОМ ЭТАЖЕ  
ЖИВЕТ ОДИН  
ООЯ...



ИЗВИНИТЕ ЗА  
БЕСПОКОЙСТВО! МЕНЯ  
ЗОВУТ ОНСЭЦУ КАЦ,  
Я ПЕРЕЕХАЛ В КВАРТИРУ  
ПОД ВАМИ...



\*ЩЕЛК\*

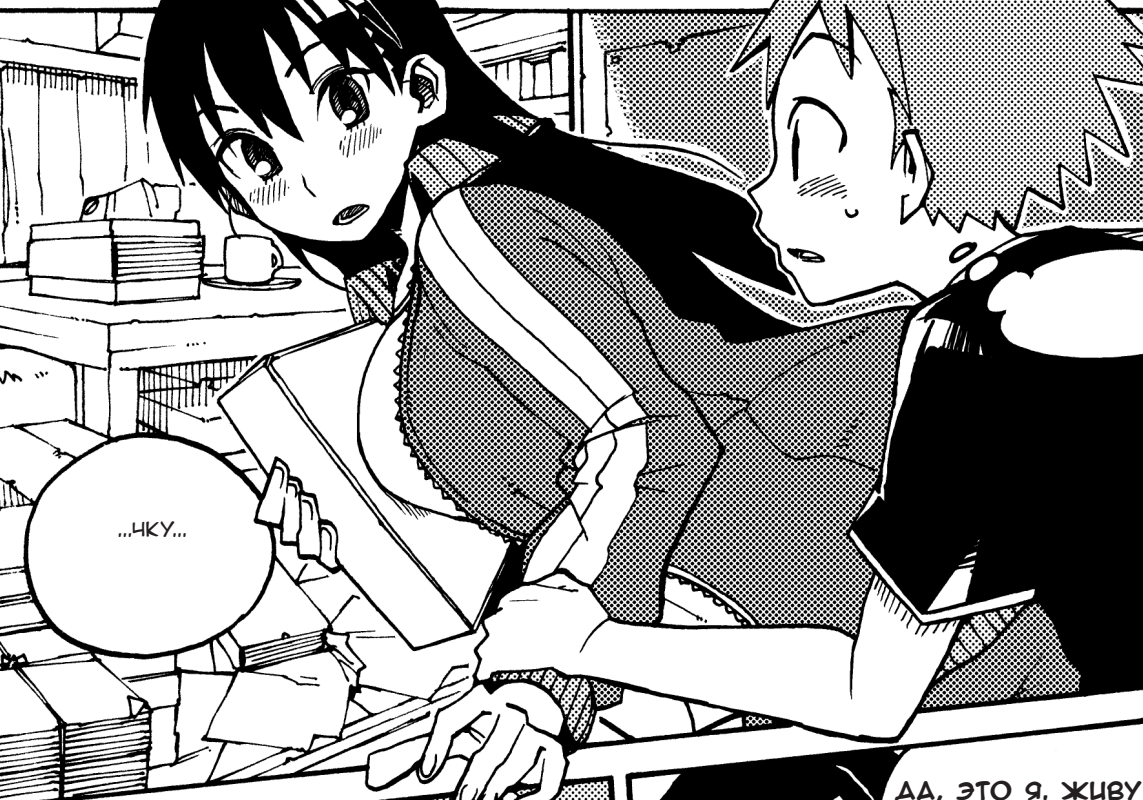
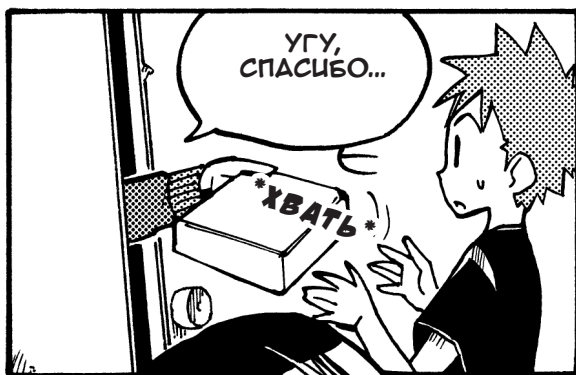
ЧЕГО  
ТЕБЕ?

Ой-ой...

ВОТ, ВОЗЬМИТЕ,  
ПОЖАЛУЙСТА!

Я ОЧЕНЬ РАД  
ПОЗНАКОМИТЬСЯ...





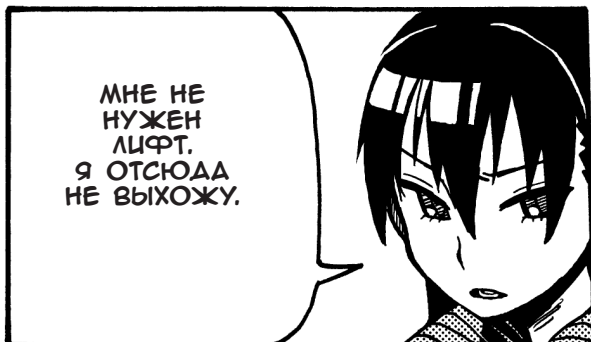




НЕТ.  
КАЖЕТСЯ,  
ВСЕ  
ЖИЛЬЦЫ  
СОВМЕСТНО  
ПРИНЯЛИ  
ТАКОЕ  
РЕШЕНИЕ.

Обхватила  
коробку  
обеими  
руками

ПОХОЖЕ НА  
ТО... НО, ООЯ,  
ТЫ ВЕДЬ  
ЖИВЕШЬ НА  
ПОСЛЕДНЕМ  
ЭТАЖЕ. ТЕБЕ  
ЭТО, НАВЕРНОЕ,  
НЕУДОБНО?



МНЕ НЕ  
НУЖЕН  
ЛИФТ.  
Я ОТСЮДА  
НЕ ВЫХОЖУ.



ОТСЮДА  
НЕ ВЫХОДИШЬ?  
ТЫ ИМЕЕШЬ  
В ВИДУ, ЧТО ТЫ  
ВООБЩЕ НЕ  
ВЫХОДИШЬ ИЗ  
КВАРТИРЫ?!



АА. МНЕ НЕ НУЖНО  
ВЫХОДИТЬ ИЗ  
ДОМА.

АА Я И  
НЕ ХОЧУ.



ПОЛУЧАЕТСЯ,  
ОНА ЖИВЕТ  
СОВСЕМ  
ЗАТВОРНИЦЕЙ?!

ООЯ -  
ХИКИКОМОРУ?!



НО... НО... ДОЛЖНЫ  
ЖЕ У ТЕБЯ БЫТЬ  
КАКИЕ-ТО  
ЮРИДИЧЕСКИЕ  
ВОПРОСЫ? Я ИМЕЮ В  
ВИДУ...

У МЕНЯ НЕТ  
ПРОБЛЕМ С  
ДОКУМЕНТАМИ.

НО ЭТО...  
ТОГАА...

УВЕРЕН, ОНА  
ТАКАЯ  
СТРАННАЯ,  
ПОТОМУ ЧТО  
ЦЕЛЫМИ ДНЯМИ  
СЦАИТ  
ВЗАПЕРТИ...  
Я ДОЛЖЕН  
КАК-НИБУДЬ ЕЁ  
ПОМОЧЬ!

ТАК НЕ ПОЙДЕТ!

ДАВАЙ ВМЕСТЕ ПОЧИНИМ  
ЛИФТ И ОТПРАВИМСЯ  
НАРУЖУ: ВО ВНЕШНИЙ МИР!

УЛЫБНУЛСЯ ВО  
ВСЁ РОТ

ВОТ ЖЕ  
НАДОЕДА,  
ЛЕЗЕТ  
НЕ В СВОИ  
ДЕЛА...









ШУРХ

КОГДА ТЫ ХОЧЕШЬ  
ВОСПОЛЬЗОВАТЬСЯ ЛИФТОМ, ТЫ  
НАЖИМАЕШЬ НА КНОПКУ ВЫЗОВА.  
ТОГДА ЛИФТ ЕДЕТ ДО ТВОЕГО  
ЭТАЖА, ОТКРЫВАЕТ ДВЕРИ, А ЧЕРЕЗ  
ОПРЕДЕЛЕННОЕ ВРЕМЯ ДВЕРИ  
ЗАКРЫВАЮТСЯ.  
ЗАТЕМ ТЫ НАЖИМАЕШЬ НА КНОПКУ  
НУЖНОГО ТЕБЕ ЭТАЖА, И ТОГДА  
ЛИФТ ЕДЕТ ДО МЕСТА НАЗНАЧЕНИЯ,  
ОСТАНАВЛИВАЕТСЯ, ОТКРЫВАЕТ  
ДВЕРИ.

ЭТО "СИСТЕМЫ,  
КОТОРЫЕ ПОЭТАПНО  
КОНТРОЛИРУЮТ  
ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАРАНЕЕ  
ПРЕДПИСАННОЙ  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ  
ДЕЙСТВИЙ".



?

ТАКИМ ОБРАЗОМ, СИСТЕМА  
УПРАВЛЕНИЯ ПООЧЕРЕДНО  
ВЫПОЛНЯЕТ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО  
ОПРЕДЕЛЕННЫЕ ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ  
КАЖДОГО ЭТАПА ЦИКЛА  
УПРАВЛЕНИЯ.



И ИМЕННО ВОТ  
ЭТА ШТУКА, Э...  
СИСТЕМА  
УПРАВЛЕНИЯ  
ПОЛОМАНА,  
ДА?

ВСЕ ПОНЯТНО!  
Я ВСЕ ВЫУЧУ И ЕГО  
ПОЧИНЮ!  
НЕ БЕСПОКОЙСЯ!  
Я МАСТЕР  
НА ВСЕ РУКИ!



ПОЭТОМУ Я ПОЧИНЮ  
ЛИФТ, И МЫ ВМЕСТЕ  
ОТСЮДА ВЫЙДЕМ  
ВО ВНЕШНИЙ МИР!



НО ПЕРЕД  
ЭТИМ

Э...

МНЕ ТЕБЯ  
ОТСЮДА  
ВЫШВЫРНУТЬ?





# ГЛАВА 1

## УПРАВЛЕНИЕ





**ДЗИНЬ!**

ОПЯТЬ ТЫ?

ОБЪЯСНИШЬ  
МНЕ ЭТО  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ  
УПРАВЛЕНИЕ, ПРО КОТОРОЕ  
ТЫ МНЕ РАССКАЗЫВАЛА?  
ПОПОДРОБНЕЕ, ПОЖАЛУЙСТА!  
ПОТОМУ ЧТО Я СОБИРАЮСЬ  
ПОЧИНИТЬ ЛИФТ!

С  
ЧЕГО ЭТО Я  
ДОЛЖНА ТЕБЕ  
ЧТО-ТО ОБЪЯСНЯ...

А?  
ЧТО ЭТО  
У ТЕБЯ?  
НЕУЖЕЛИ...

ЭТО КЛУБНИЧНЫЕ  
ДАЙФУКУ ИЗ МАГАЗИНА  
ХИНАГОЯ! ДАВАЙ ИХ  
ВМЕСТЕ СЪЕДИМ? УСЛУГА  
ЗА УСЛУГУ!

ШУРХ!

ЭТОТ  
ПАРЕНЬ, ВОТ ЖЕ..!

Сглотнула

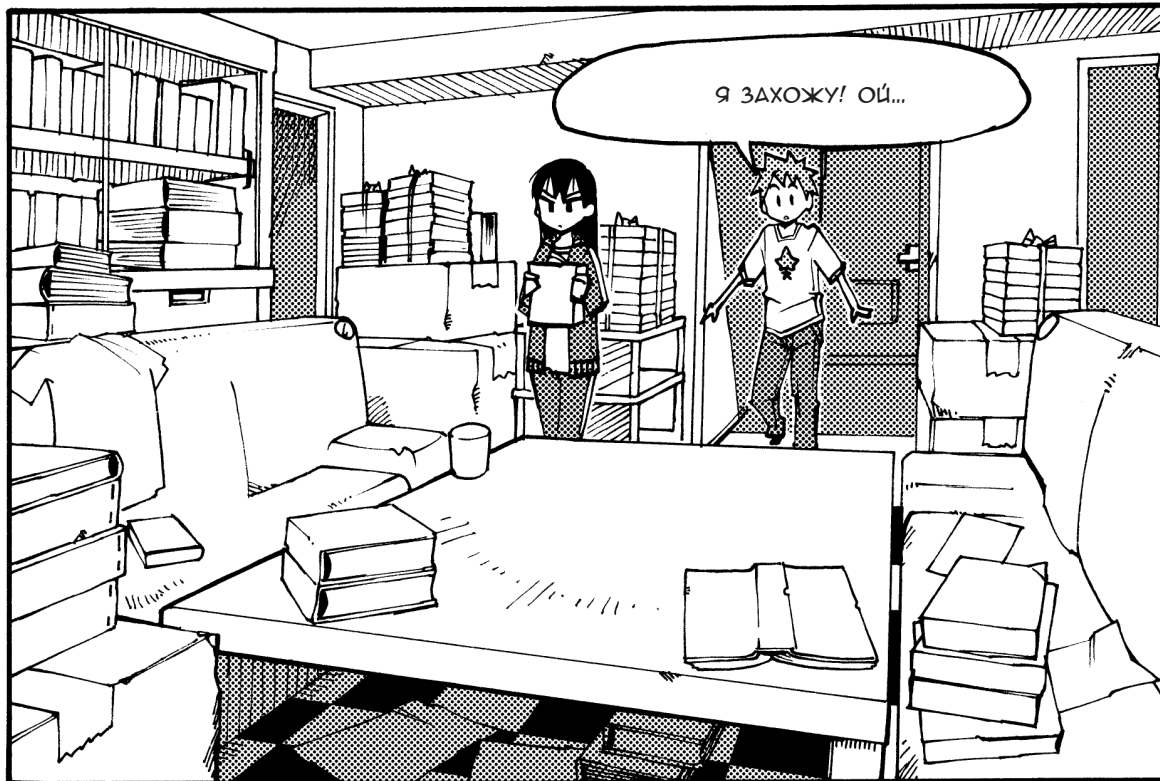




НИЧЕГО НЕ ПОДЕЛАЕШЬ...



ТОГАА...



Я ЗАХОЖУ! ОЙ...



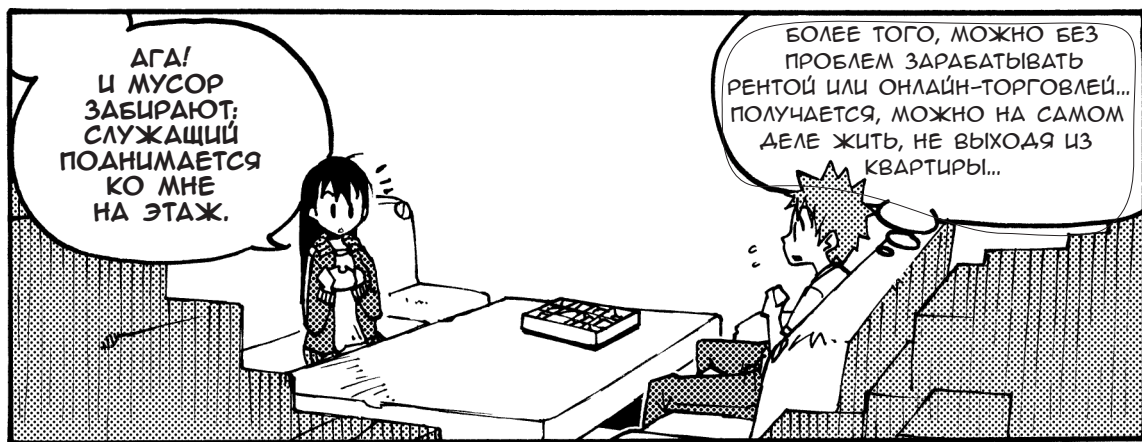
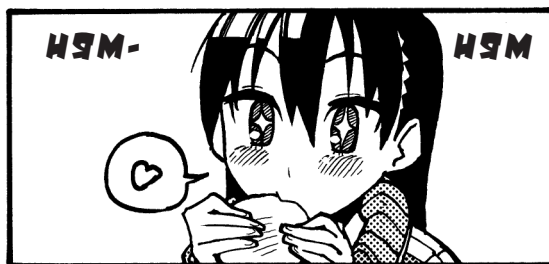
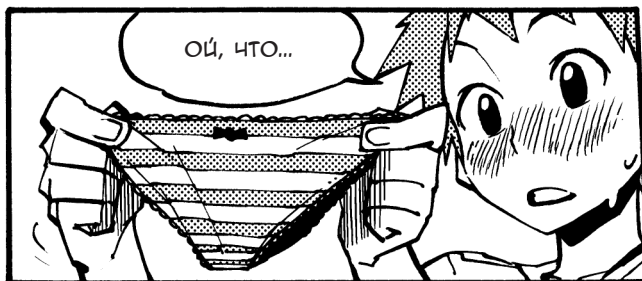
КЛАСС, У ТЕБЯ ТАК  
МНОГО КНИГ...  
ТЫ ЛЮБИШЬ ЧИТАТЬ?

...УГУ.



НАВЕРНОЕ, ТЫ  
ПОЭТОМУ ТАК  
МНОГО ЗНАЕШЬ  
ПРО МЕХАНИЗМЫ...











## Ручное и автоматическое управление

КОГДА В КОМНАТЕ  
ТЕМНО, МЫ  
НАЖИМАЕМ НА  
ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ, И  
ЗАГОРАЕТСЯ СВЕТ.

ДЛЯ ЭТИХ И ДРУГИХ ЦЕЛЕЙ  
НЕОБХОДИМО ПРИВЕСТИ  
В ДЕЙСТВИЕ НЕКОТОРЫЙ  
ОБЪЕКТ, ЧТО И НАЗЫВАЕТСЯ  
"УПРАВЛЕНИЕМ".

А ДЛЯ ТОГО ЧТОБЫ  
ПОСМОТРЕТЬ  
ТЕЛЕВИЗОР -  
ВКЛЮЧАЕМ ЕГО  
С ПОМОЩЬЮ ПУЛЬТА.

ТО ЕСТЬ...

УПРАВЛЕНИЕ - ЭТО  
КОГДА ТЫ  
ВЫКЛЮЧАЕШЬ ИЛИ  
ВКЛЮЧАЕШЬ  
ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ?

АГА, ЭТО  
ЕСЛИ  
ГОВОРИТЬ  
ПРОСТЫМ  
ЯЗЫКОМ.

УПРАВЛЕНИЕ МОЖНО  
В ОБЩЕМ РАЗДЕЛИТЬ  
НА ДВА ВИДА:  
РУЧНОЕ И  
АВТОМАТИЧЕСКОЕ.

В СЛУЧАЕ КОМНАТНОГО  
ОСВЕЩЕНИЯ СВЕТ  
ВКЛЮЧАЕТСЯ И  
ВЫКЛЮЧАЕТСЯ  
ЧЕЛОВЕКОМ ВРУЧНУЮ.  
ТАКОЕ УПРАВЛЕНИЕ  
НАЗЫВАЕТСЯ "РУЧНЫМ".

И ОБРАТНЫЙ ПРИМЕР:  
ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ДАТЧИКОВ  
ОСВЕЩЕННОСТИ  
ПЕРЕКЛЮЧАЮТСЯ  
АВТОМАТИЧЕСКИ. ТАКОЕ  
УПРАВЛЕНИЕ НАЗЫВАЕТСЯ  
"АВТОМАТИЧЕСКИМ".

ПОНЯТНО.



ИЛИ ДРУГОЙ ПРИМЕР!  
МАГАЗИННЫЕ ВЫВЕСКИ.  
КОГДА ТЕМНЕЕТ, ИХ  
ВРУЧНУЮ ВКЛЮЧАЮТ.  
А КОГДА СВЕТЕЕТ -  
ВРУЧНУЮ ВЫКЛЮЧАЮТ.

ЗА  
С  
В  
Е  
Т  
И  
Л  
А  
С  
Ь!

ВЫ  
В  
Е  
С  
К

ШЕЛК!

ТАКОЕ УПРАВЛЕНИЕ -  
РУЧНОЕ.

НУ ДА, ЕСТЕСТВЕННО,  
РУЧНОЕ!

НО ТАКОЕ  
УПРАВЛЕНИЕ  
ТРЕБУЕТ  
РАБОЧЕЙ  
СИЛЫ, А ЭТО  
ГЕМОРНО.  
ПОЭТОМУ...

ЕСЛИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЦЕПЬ ПОД-  
СВЕТКИ ВЫВЕСКИ ВНЕДРИТЬ КОНТРО-  
ЛИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО - "ДАТЧИК АВ-  
ТОМАТИЧЕСКОГО ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ СВЕТА"  
ИЛИ ДАТЧИК ОСВЕЩЕННОСТИ, КОТОРЫЙ  
БУДЕТ ФИКСИРОВАТЬ УРОВЕНЬ ОСВЕ-  
ЩЕННОСТИ И САМОСТОЯТЕЛЬНО ВКЛЮ-  
ЧАТЬ ИЛИ ВЫКЛЮЧАТЬ СВЕТ, - ТО  
ТОГДА...

Источник  
электри-  
чества

Датчик  
автоматического  
переключения  
света

В  
СООТВЕТСТВИИ  
С УРОВНЕМ  
ОСВЕЩЕННОСТИ  
ПОДСВЕТКА  
ВЫВЕСКИ БУДЕТ  
АВТОМАТИЧЕСКИ  
ВКЛЮЧАТЬСЯ.  
ВОТ ЭТО -  
АВТОМАТИЧЕСКОЕ  
УПРАВЛЕНИЕ.

А! ЭТО ЗВУЧИТ  
ОЧЕНЬ УДОБНО!

И  
РАБОТНИКОВ  
МАГАЗИНА  
ПОРАДУЕТ!

Покивала

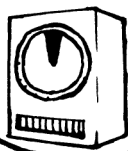


С ОДНИМ ТОЛЬКО  
ДАТЧИКОМ ОСВЕЩЕННОСТИ  
СТАНОВИТСЯ ОЧЕНЬ  
УДОБНО. А ЕСЛИ ДОБАВОК  
К НЕМУ ИСПОЛЬЗОВАТЬ  
УСТРОЙСТВО ПОД НАЗВАНИЕМ  
"ТАЙМЕР", КОТОРЫЙ БУДЕТ  
В УСТАНОВЛЕННОЕ ВРЕМЯ  
ВЫКЛЮЧАТЬ ВЫВЕСКУ...

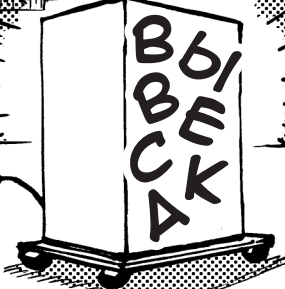


Источник  
электриче-  
ства

Датчик  
автоматического  
переключения  
света



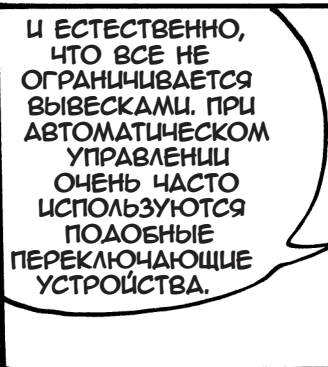
Таймер



...ТО  
В РЕЗУЛЬТАТЕ МОЖНО  
СДЕЛАТЬ ТАК, ЧТОБЫ  
ВЫВЕСКА ВКЛЮЧАЛАСЬ  
В ВЕЧЕРНИЕ ЧАСЫ ТОЛЬКО  
ТОГДА, КОГДА МАГАЗИН  
РАБОТАЕТ. ТОГДА СИСТЕМА  
СТАНОВИТСЯ ЕЩЕ И  
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ.



ПОЛУЧАЕТСЯ  
ЭКОЛОГИЧНО!  
ЗАБОТИТСЯ ЕЩЕ  
И О НАШЕЙ  
ПЛАНЕТЕ!



И ЕСТЕСТВЕННО,  
ЧТО ВСЕ НЕ  
ОГРАНИЧИВАЕТСЯ  
ВЫВЕСКАМИ. ПРИ  
АВТОМАТИЧЕСКОМ  
УПРАВЛЕНИИ  
ОЧЕНЬ ЧАСТО  
ИСПОЛЬЗУЮТСЯ  
ПОДОБНЫЕ  
ПЕРЕКЛЮЧАЮЩИЕ  
УСТРОЙСТВА.

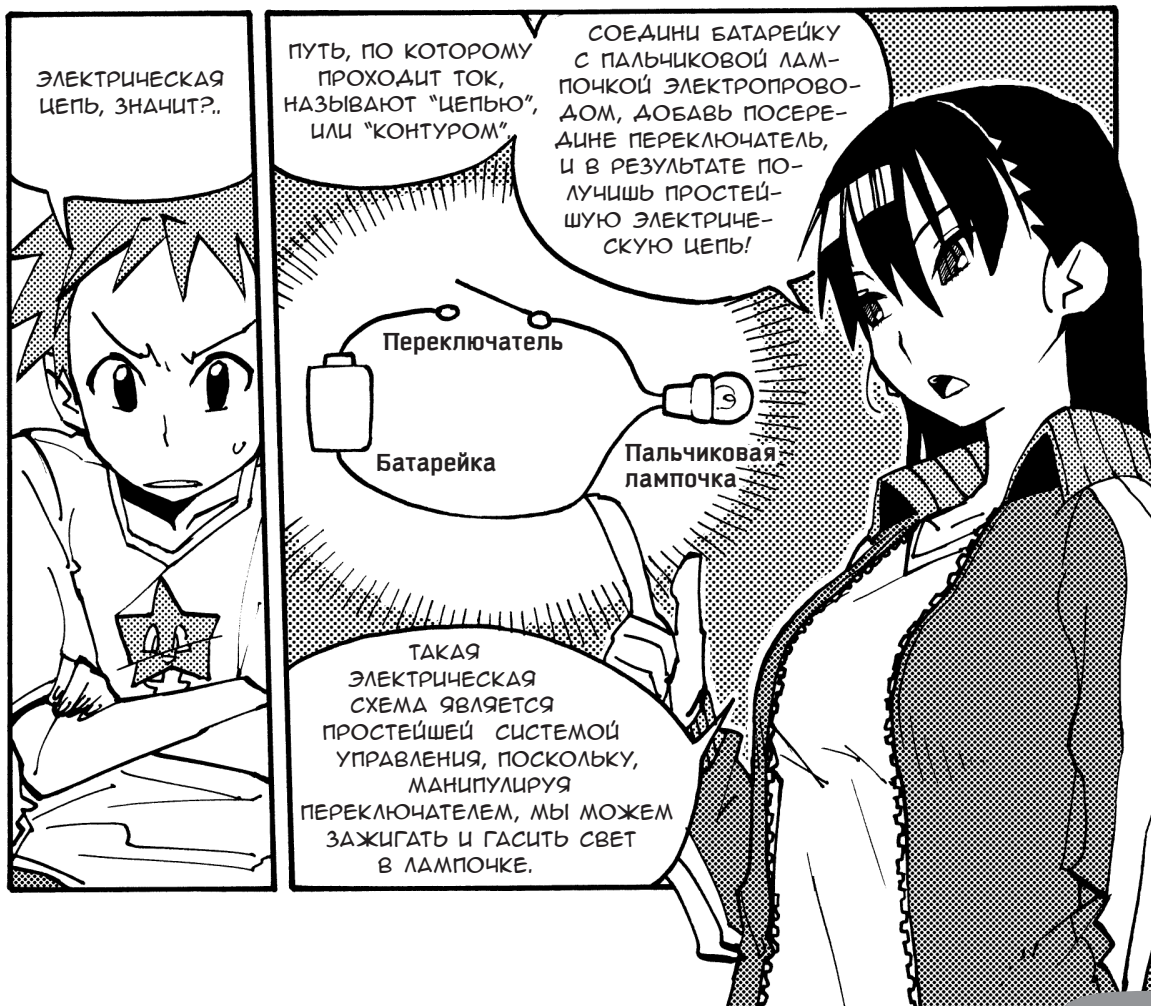
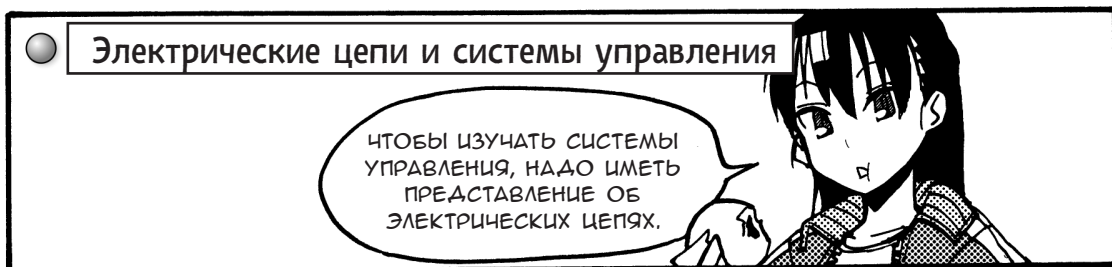


ОНИ ИСПОЛЬ-  
ЗУЮТСЯ ВЕЗДЕ:  
НАЧИНАЯ С БЫ-  
ТОВЫХ ПРИБОРОВ  
ВРОДЕ СТИРАЛЬ-  
НЫХ МАШИН  
И КОНДИЦИО-  
НЕРОВ...

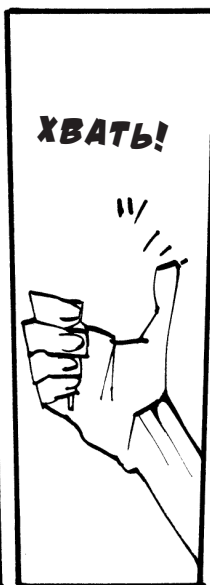


И ЗАКАНЧИВАЯ  
ГОРОДСКИМИ  
АВТОМАТАМИ ДЛЯ  
ПРОДАЖИ НАПИТКОВ,  
СВЕТОФОРАМИ,  
ЛИФТАМИ В  
МНОГОЭТАЖНЫХ  
ЗДАНИЯХ... БОЛЕЕ ТОГО,  
ОНИ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ  
В ЗАВОДСКИХ  
КОНВЕЙЕРНЫХ ЛИНИЯХ.

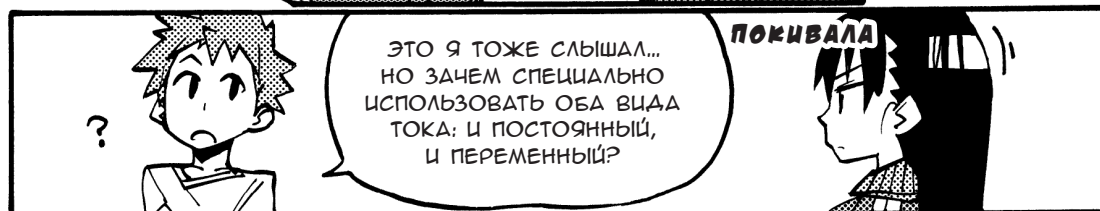
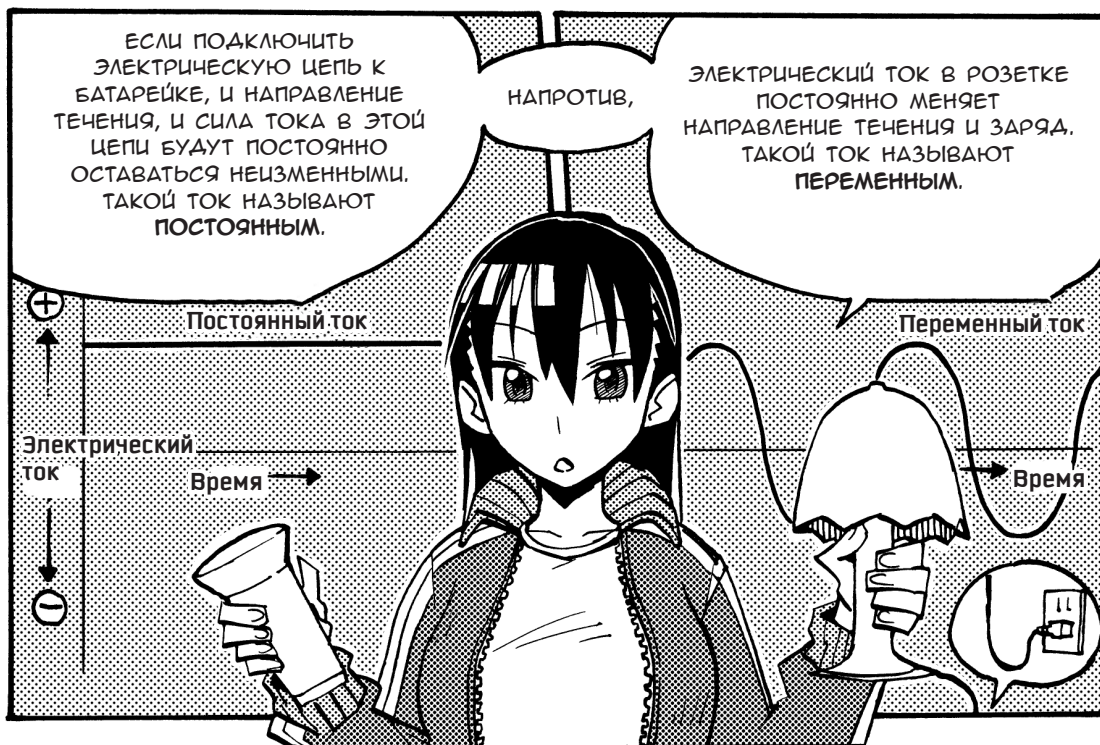














НА САМОМ ДЕЛЕ  
В БОЛЬШЕЙ ЧАСТИ  
БЫТОВЫХ ЭЛЕКТРО-  
ПРИБОРОВ УСТА-  
НОВЛЕНЫ СИСТЕМЫ  
УПРАВЛЕНИЯ, КО-  
ТОРЫЕ РАБОТАЮТ  
ОТ ПОСТОЯННОГО  
ТОКА.

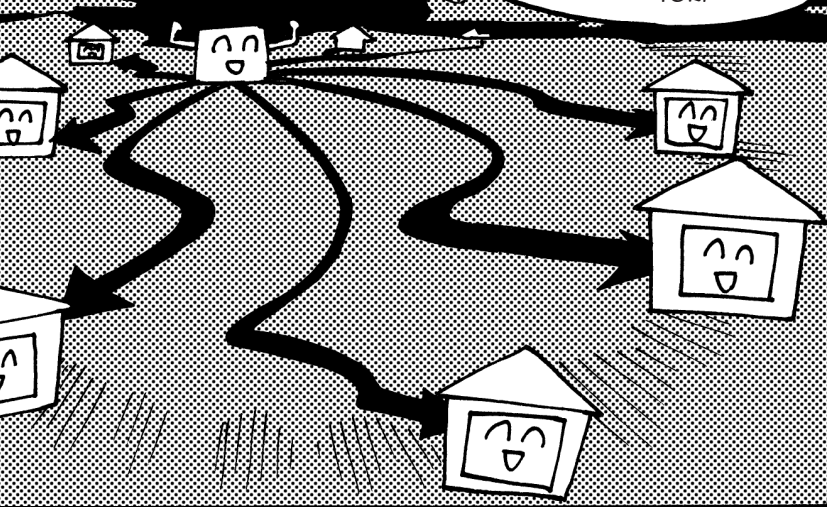


НО  
ТОГДА  
ТЕМ  
БОЛЕЕ  
ХВАТИТ  
И ОДНОГО  
ПОСТОЯННОГО  
ТОКА...

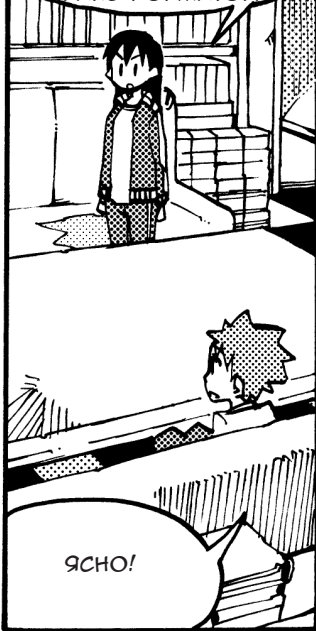


ЧТОБЫ ДОСТАВЛЯТЬ  
ЭЛЕКТРИЧЕСТВО, ВЫРА-  
БОТАННОЕ ЭЛЕКТРОСТА-  
НЦИЕЙ, В ОТДАЛЕННЫЕ МЕСТА  
МАКСИМАЛЬНО ЭФФЕКТИВНО,  
НЕОБХОДИМО ПОВЫШАТЬ  
И ПОНИЖАТЬ УРОВЕНЬ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО  
НАПРЯЖЕНИЯ.

В ЭТОМ СЛУЧАЕ ПРИ  
ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЕРЕМЕННОГО  
ТОКА МОЖНО ПОВЫШАТЬ И ПО-  
НИЖАТЬ УРОВЕНЬ ЭЛЕКТРИЧЕ-  
СКОГО НАПРЯЖЕНИЯ С ПО-  
МОЩЬЮ СРАВНИТЕЛЬНО ПРОСТО  
УСТРОЕННОГО МЕХАНИЗМА, НА-  
ЗЫВАЮЩЕГОСЯ "ТРАНСФОРМА-  
ТОР". ПОЭТОМУ ИСТОРИЧЕСКИ  
НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ ВЫРА-  
БАТЫВАЮТ ПЕРЕМЕННЫЙ  
ТОК.



НАПРЯЖЕНИЕ ПОСТО-  
ЯННОГО ТОКА ТОЖЕ  
МОЖНО ИЗМЕНЯТЬ,  
НО, К СОЖАЛЕНИЮ,  
ДЛЯ ЭТОГО НЕОБХО-  
ДИМО УСТРОЙСТВО  
БОЛЕЕ СЛОЖНОЕ, ЧЕМ  
ТРАНСФОРМАТОР.



ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ  
ВЫБИРАЮТ ТИП ТОКА,  
КОТОРЫЙ ПОДХОДИТ  
ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЯ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ:  
ПОСТОЯННЫЙ ИЛИ ЖЕ  
ПЕРЕМЕННЫЙ.



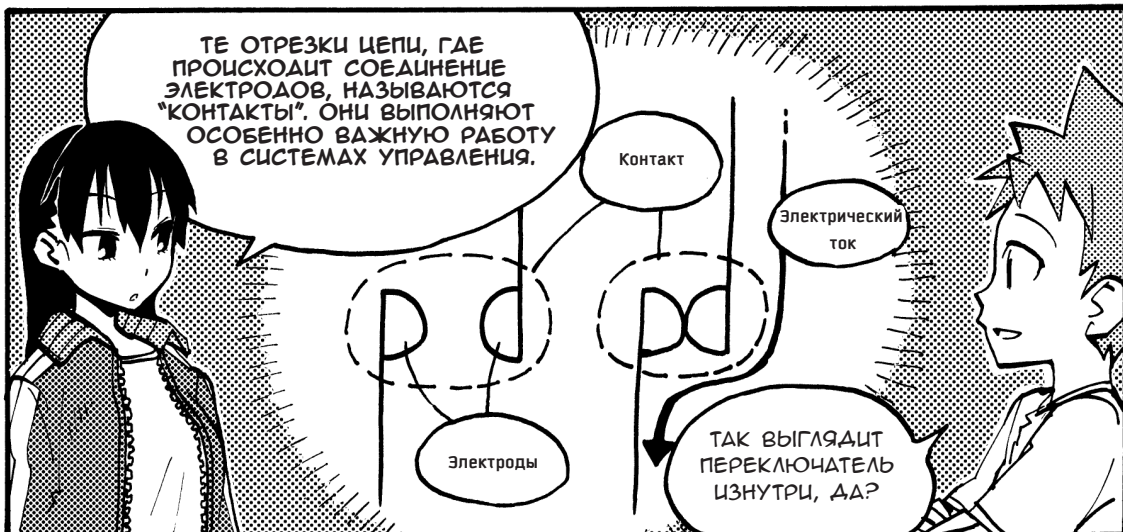


## Как работают контакты

КОГДА ТЫ ЩЕЛКАЕШЬ  
ВЫКЛЮЧАТЕЛЕМ ТУДА-  
СЮДА, ТО ВНУТРИ ЦЕПИ  
СОЕДИНЯЮТСЯ ИЛИ РАЗЪ-  
ЕДИНЯЮТСЯ ЭЛЕКТРОДЫ,  
И В РЕЗУЛЬТАТЕ ЭЛЕКТ-  
РИЧЕСКИЙ ТОК ТО ТЕ-  
ЧЕТ, ТО ПРЕРЫ-  
ВАЕТСЯ.

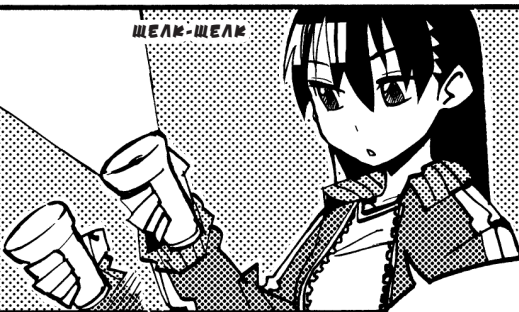


ТЕ ОТРЕЗКИ ЦЕПИ, ГДЕ  
ПРОИСХОДИТ СОЕДИНЕНИЕ  
ЭЛЕКТРОДОВ, НАЗЫВАЮТСЯ  
"КОНТАКТЫ". ОНИ ВЫПОЛНЯЮТ  
ОСОБЕННО ВАЖНУЮ РАБОТУ  
В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ.



ЛАМПОЧКА ВНУТРИ  
ЗАГОРАЕТСЯ И ГАСНЕТ,  
КОГДА ТЫ ЗАМЫКАЕШЬ  
ИЛИ РАЗМЫКАЕШЬ  
КОНТАКТЫ.

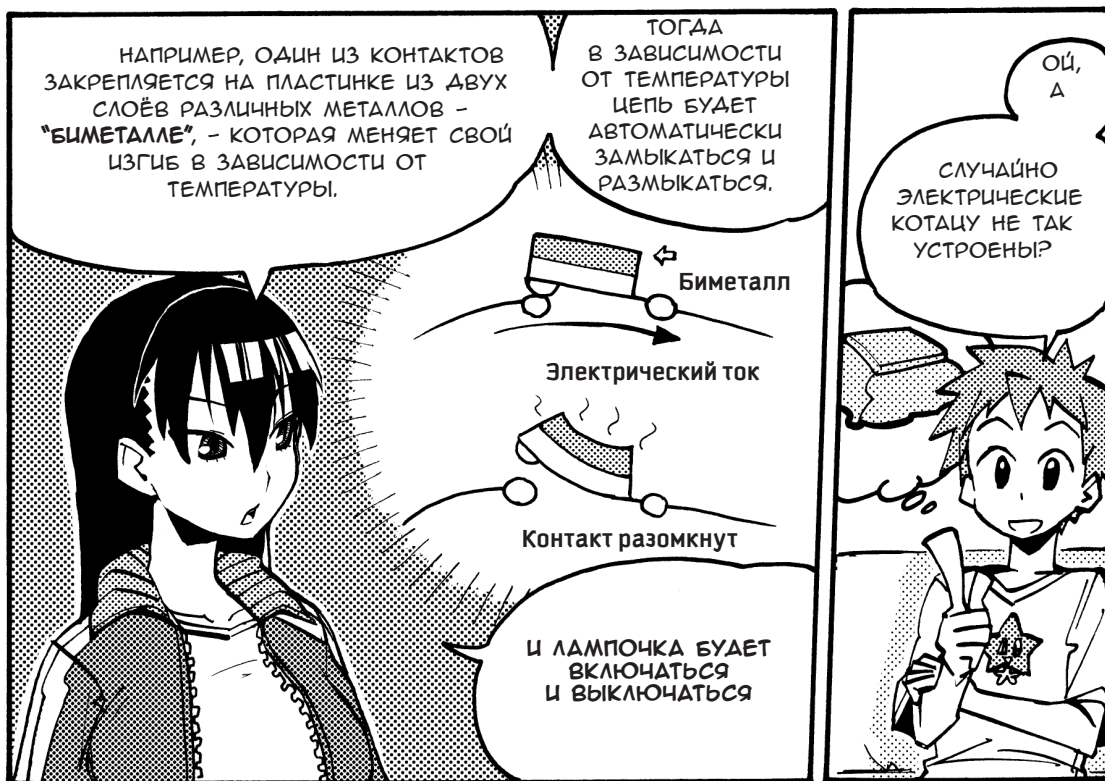
ЩЕЛК-ЩЕЛК



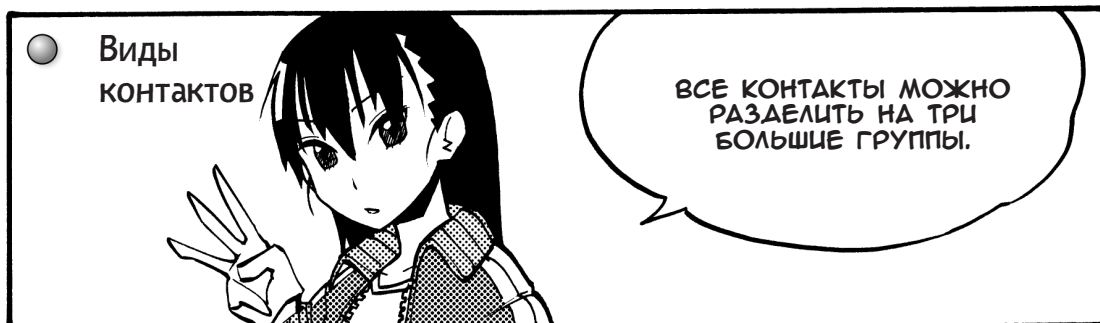
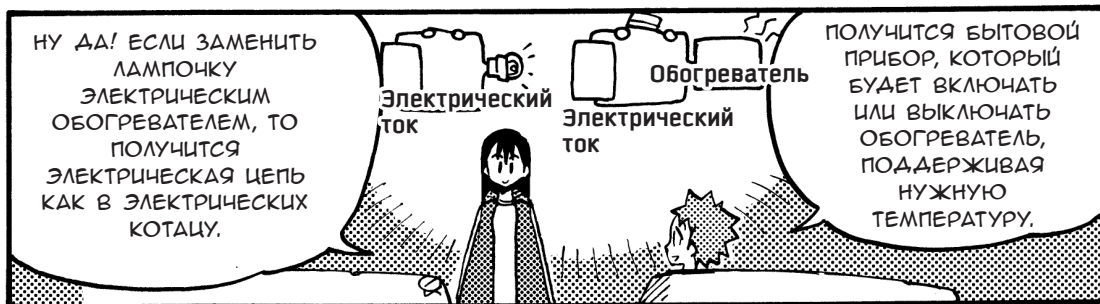
ДРУМИМИ СЛОВАМИ,  
РАБОТА КОНТАКТОВ  
ОБЕСПЕЧИВАЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЭТОЙ  
СИСТЕМОЙ.



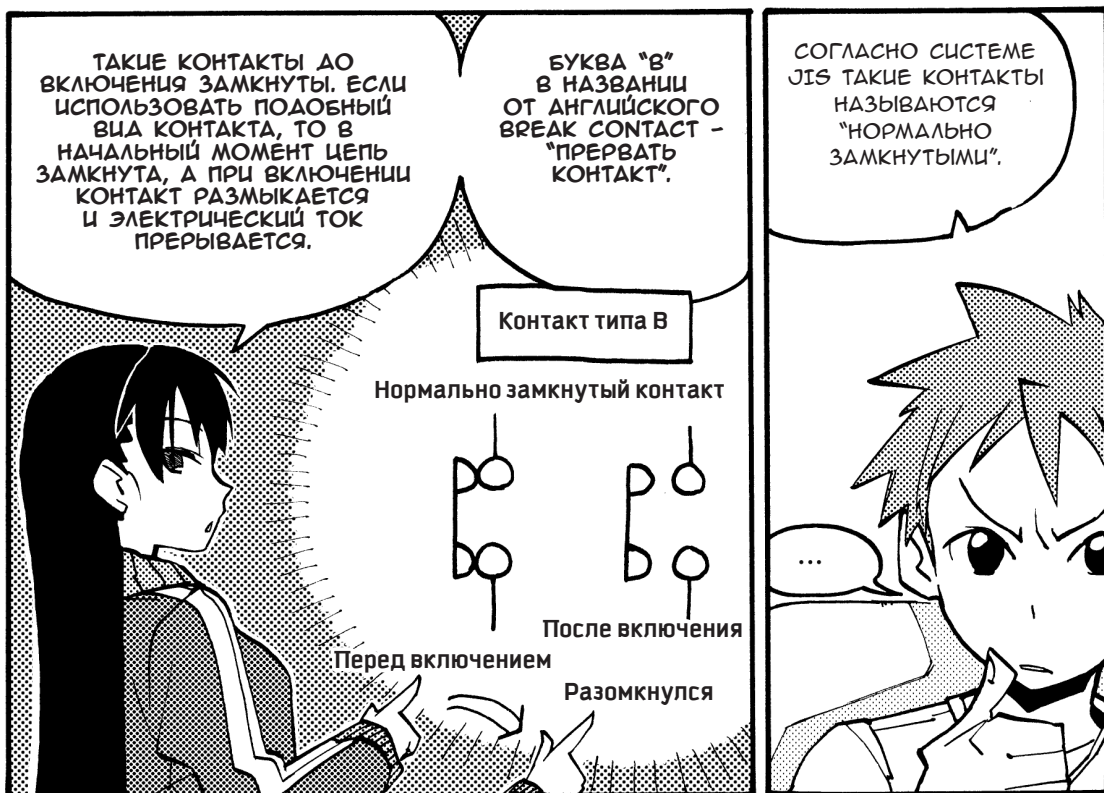




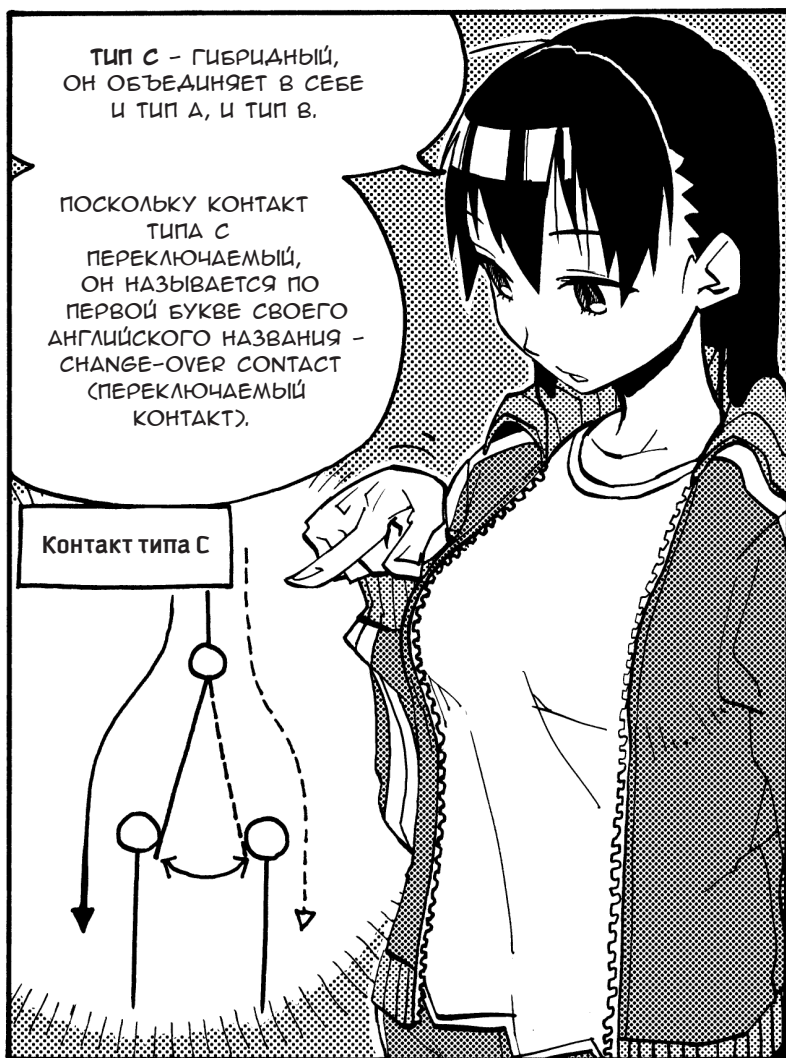










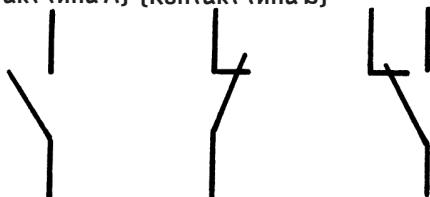




ПОЕХАЛИ ДАЛЬШЕ. КОГДА ЛЮДИ ПОМЕЩАЮТ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ, ОНИ ПОЛЬЗУЮТСЯ СТАНДАРТНЫМИ ОБОЗНАЧЕНИЯМИ JIS. ЭТО НУЖНО ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ КАЖАБЫЙ МОГ ОПРЕДЕЛИТЬ, КАКОЙ ИМЕННО УПРАВЛЯЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТ ИЗОБРАЖЕН.

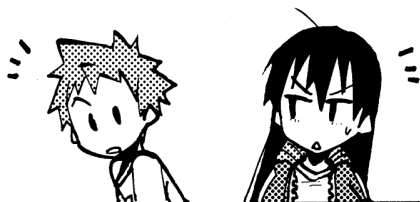
### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ JIS

Нормально разомкнутый контакт [Контакт типа A]	Нормально замкнутый контакт [Контакт типа B]	Переключаемый контакт [Контакт типа C]
---	---	--



ТАК МНОГО  
ВСЕГО НАДО  
ЗАПОМНИТЬ...

МЫ ДОЛГО  
ГОВОРИЛИ,  
ПОЭТОМУ ДАВАЙ  
НА СЕГОДНЯ ТУТ  
ЗАКО...



ТЫ СКАЗАЛА  
"НА  
СЕГОДНЯ"?

эээ...

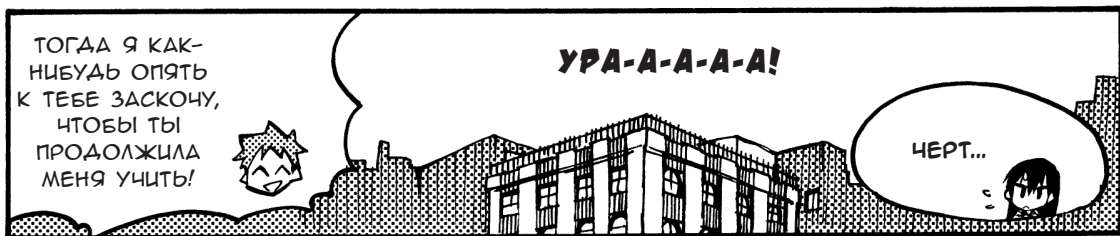


ТОГДА Я КАК-  
НИБУДЬ ОПЯТЬ  
К ТЕБЕ ЗАСКОЧУ,  
ЧТОБЫ ТЫ  
ПРОДОЛЖИЛА  
МЕНЯ УЧИТЬ!



УРА-А-А-А-А!

ЧЕРТ...





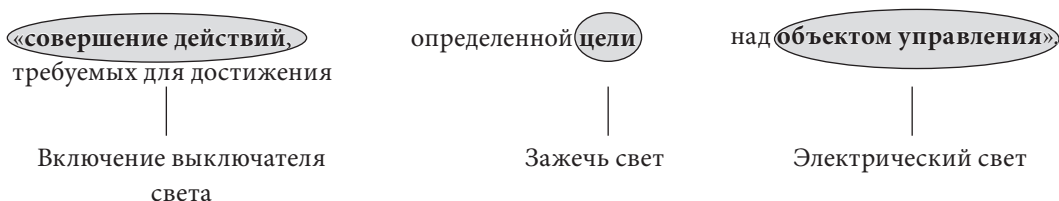


# ГЛАВА 1 ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

## ● Что такое автоматическое управление?

JIS (Japanese Industrial Standards) – японские промышленные стандарты) определяют управление как «совершение требуемых для достижения определенной цели действий над объектом управления». Например: чтобы зажечь в комнате свет, мы совершаем действие над объектом управления – электрической лампой. Это тоже вид управления.

Управление – это:



Управление можно разделить на две группы: *ручное* и *автоматическое*.

В случае если искусственное освещение включается с помощью ручного переключения выключателя, который замыкает или размыкает контакты в цепи, управление называется *ручным*. Если же для этой цели используется управляющее устройство, например датчик освещенности, управление такой системой будет называться *автоматическим*.

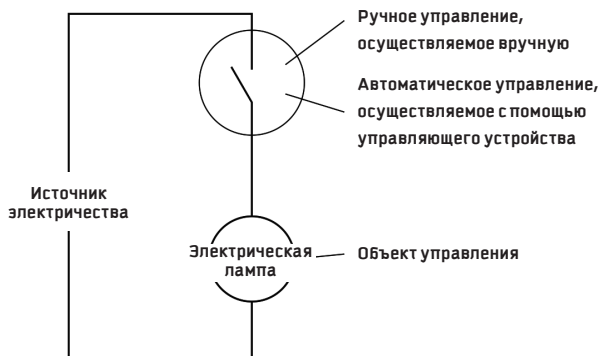


Схема 1.1. Ручное и автоматическое управление

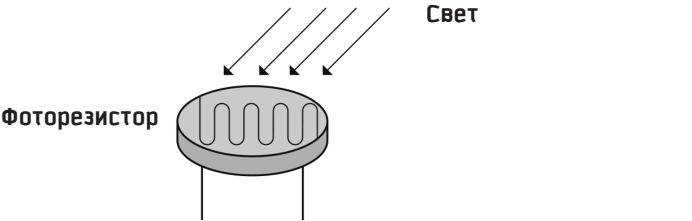


JIS определяет ручное управление как «управление, при котором управляющая команда поступает от человека непосредственно или косвенно», а автоматическое – как «управление, осуществляемое встроенной системой контроля, в соответствии с заданным алгоритмом».

Таблица 1.1. JIS (японские промышленные стандарты)

Управление	Совершение требуемых для достижения определенной цели действий над объектом управления
Ручное управление	Управление, при котором управляющая команда поступает от человека непосредственно или косвенно
Автоматическое управление	Управление, осуществляемое в соответствии с predetermined алгоритмом с помощью управляющего устройства

Если объединить в системе источник искусственного освещения и датчик освещенности, то можно получить устройство, которое будет включать или выключать свет в зависимости от затемнения. Самые простые управляющие устройства – это датчики освещенности, датчики температуры, биметаллические контакты и другие механические переключающие устройства, предназначенные для замыкания и размыкания контактов. В датчиках освещенности используется электрический прибор, называемый «фоторезистор», обладающий свойством уменьшать свое электрическое сопротивление при увеличении уровня освещенности.



При падении лучей света электрическое сопротивление понижается

Схема 1.2. Фоторезистор

Биметаллы – это управляющий элемент механических приборов управления, работа которых основана на том, что пластина из двух соединенных между собой металлов с разными коэффициентами теплового расширения изгибается при повышении или понижении температуры.

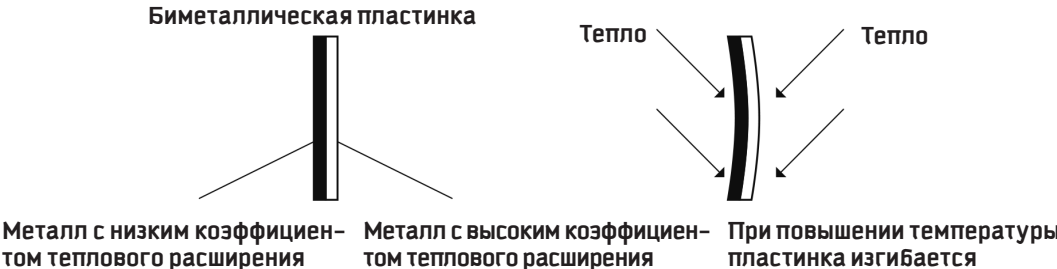


Схема 1.3. Принцип действия биметаллического переключателя



Устройство, рассчитанное на определенный тип питания от переменного или постоянного тока, должно быть подключено к соответствующему источнику напряжения. Например, в случае если используется устройство, работающее от переменного тока напряжением 220 вольт, его обязательно необходимо подключить именно к сети переменного тока 220 V.

#### Устройство датчика автоматического переключения света

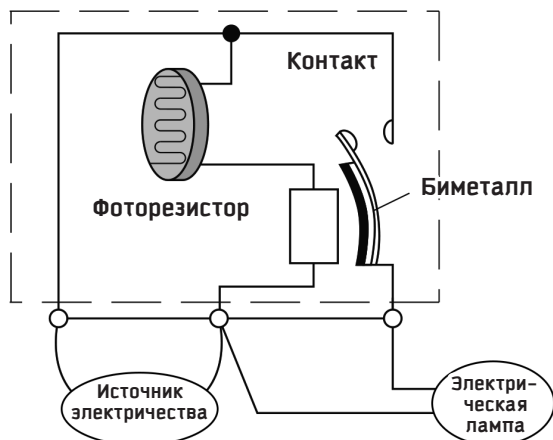


Схема 1.4. Работа биметаллического выключателя в датчике освещенности

Если к такой цепи добавить выключатель с таймером, можно настроить систему так, чтобы свет горел только в определенные часы. Выключатель с таймером – это управляющее устройство, в которое встроены электронные или электромеханические часы, и в выбранное время таймер включает или выключает освещение.

#### Выключатель с таймером

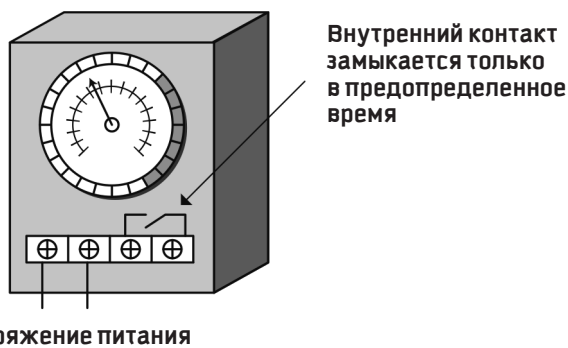


Схема 1.5. Выключатель с таймером



Например, если установить таймер так, чтобы свет был включен с 5 до 11 вечера, тогда при наступлении 5 часов вечера контакты реле замыкаются. Если в это время на улице уже темно, контакты, управляемые датчиком освещенности, тоже замыкаются, и включается искусственное освещение.

Когда наступает 11 вечера, несмотря на то что на улице по-прежнему темно и контакты, управляемые освещенностью, замкнуты, контакты реле, управляемого таймером, размыкаются, и освещение гаснет. Если подсоединить к системе контакты нескольких управляющих устройств, можно собрать еще более многофункциональную систему управления.

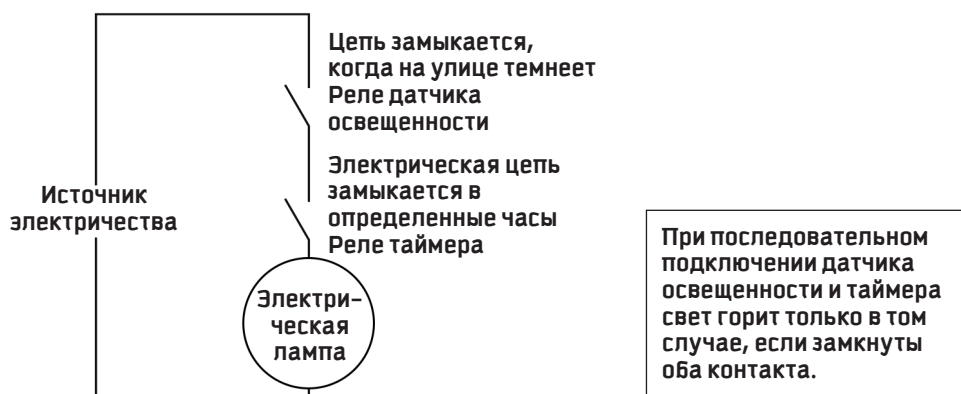


Схема 1.6. Совместное подключение датчика освещенности и таймера

## Системы управления: основы

В системах управления может использоваться питание постоянным или переменным током. В случае постоянного тока полярность или направление течения тока не меняются во времени. Один из примеров источников постоянного тока – батарейка. В случае переменного тока полярность, или направление течения тока, периодически, много раз в секунду, изменяется. Такой ток используется в обыкновенных домашних розетках и лампах.

Обычно на управляющем устройстве указан тип тока, который оно использует: переменный ток сокращенно обозначается АС (от англ. Alternating Current), постоянный – DC (от англ. Direct Current).

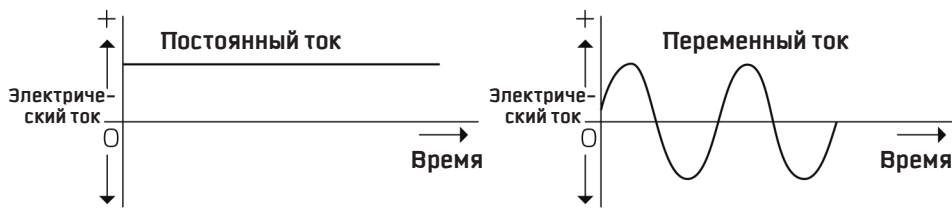
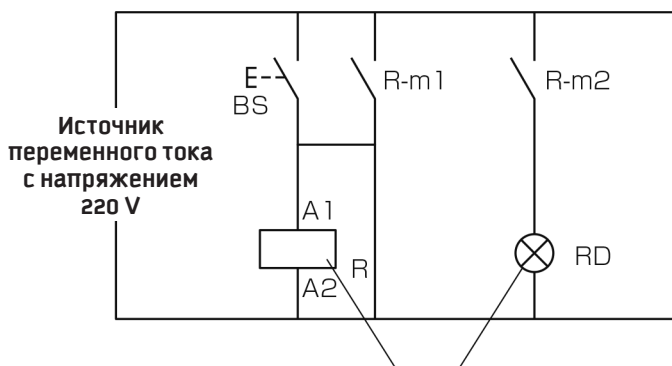


Схема 1.7. Постоянный и переменный ток



Устройство, рассчитанное на определенный тип питания от переменного или постоянного тока, должно быть подключено к соответствующему источнику напряжения. Например, в случае если используется устройство, работающее от переменного тока напряжением 220 вольт, его обязательно необходимо подключить именно к сети переменного тока 220 V.

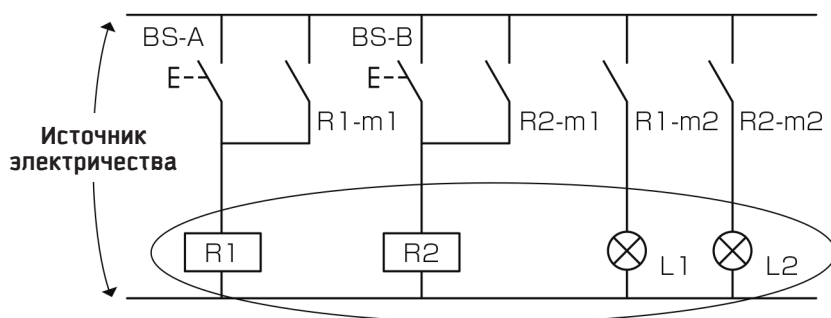
### Пример использования устройства, работающего от переменного напряжения 220 V



Устройства, работающие от переменного напряжения 220 V

Схема 1.8. Устройства, работающие от переменного напряжения 220 V

Поскольку каждое подключенное устройство требует для своего питания определенно-го напряжения, необходимо подключать устройства к источнику напряжения параллельно.



Параллельное подключение

Схема 1.9. Параллельное подключение

Если подключить устройства к источнику напряжения последовательно, общее напряжение питания будет разделено между устройствами. Это приведет к тому, что в каждом из отдельных устройств напряжение опустится ниже необходимого минимума, электрическая схема не будет работать.



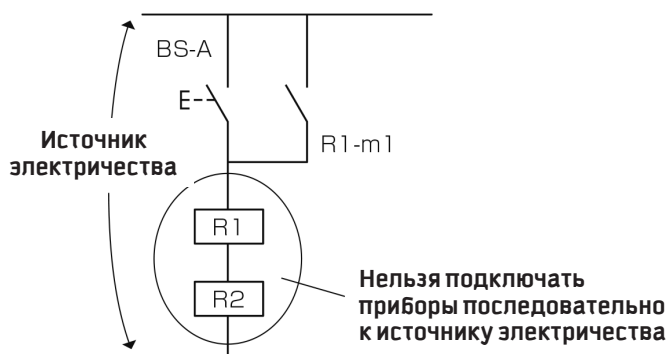


Схема 1.10. Последовательное подключение

## Основные принципы работы контактов

С помощью систем управления мы можем включать и выключать самые разнообразные устройства – потребители электроэнергии – благодаря размыканию и замыканию контактов, вмонтированных в устройства включения. Есть три основных типа контактов: типа А («нормально разомкнутый контакт», или make contact), типа В («нормально замкнутый контакт», или break contact) и типа С («переключающий контакт», или change-over contact). Подобные простые элементы-контакты в больших количествах используются в устройствах управления.



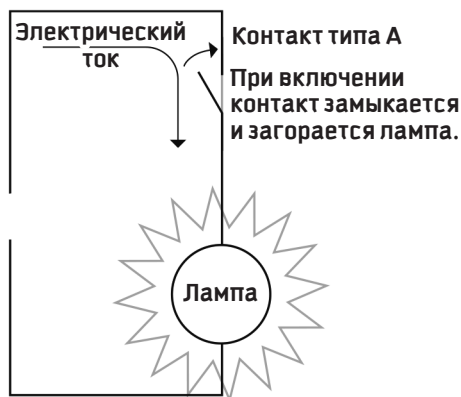
Схема 1.11. Обозначения JIS

Нормально разомкнутые контакты называют «контакт типа А» от нем. термина arbeit contact. К этому типу относятся контакты, которые до включения находятся в разомкнутом состоянии, а после включения – замыкаются.

В цепи с лампочкой, в который вмонтирован контакт типа А, при включении переключателя контакт замыкается, и лампа загорается.

Поскольку контакты этого типа в неактивном состоянии разомкнуты, их называют normally open («нормально разомкнутые») и на структурных схемах устройств управления обозначают буквами NO.

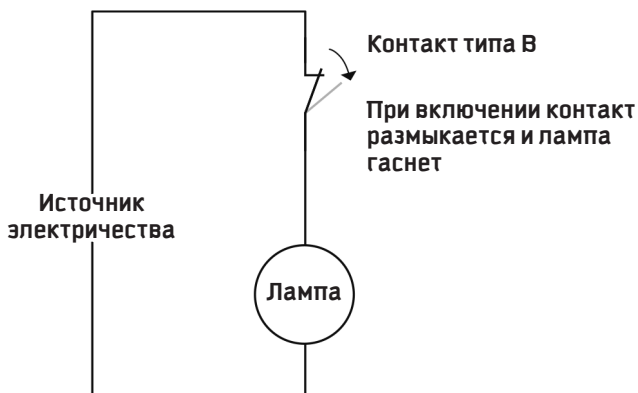




*Схема 1.12. Контакт типа А (нормально разомкнутый)*

Нормально замкнутые контакты обычно называются контактами типа В и до включения находятся в замкнутом состоянии, а после включения размыкаются.

Если подключить к контакту типа В лампу, то достаточно будет подсоединить к цепи источник электричества, чтобы лампа загорелась. При переходе контакта в активное состояние лампа погаснет.



*Схема 1.13. Контакт типа В*

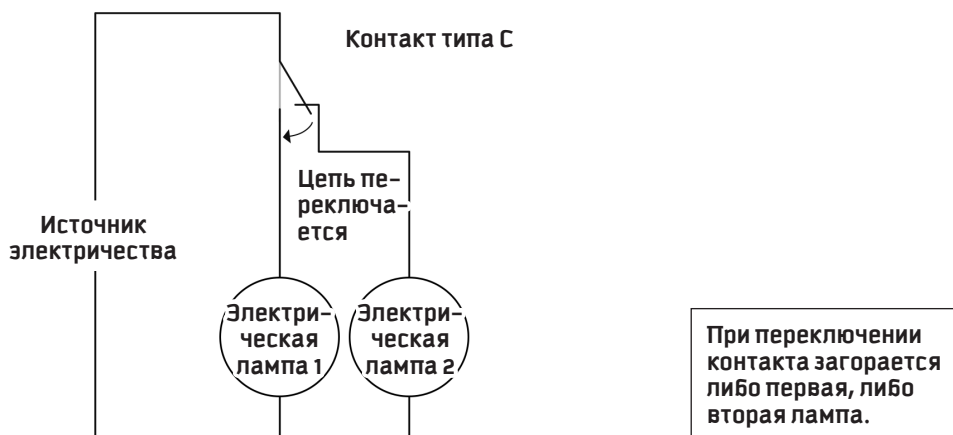
Поскольку контакты этого типа обычно замкнуты, их называют normally closed («нормально замкнутые») и на схемах обозначают буквами NC.

Переключаемые контакты обладают свойствами как контактов типа А, так и контактов типа В и обычно называются контактами типа С, или переключающими контактами. Общая клемма контакта типа С называется «общий вывод» (common terminal), и она переключается между остальными клеммами. На схемах общий вывод обозначается буквами COM.





Контакты типа С используются в электрических цепях, где необходимо совершать переключения.



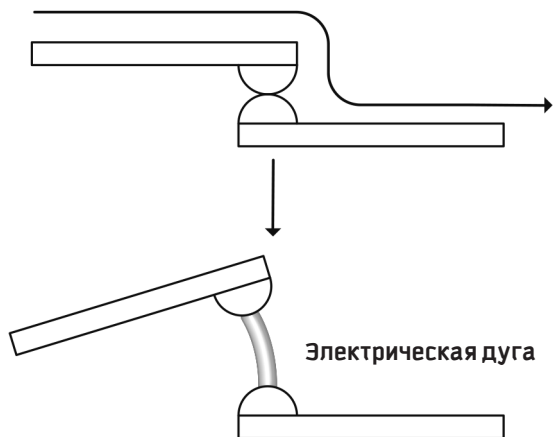
В системах управления контакты играют очень важную роль. Если контакты повредятся, то и сама система управления выйдет из строя.

При размыкании контактов, когда по ним течет нагрузочный ток, между контактными пластинами может возникнуть высокотемпературное явление, которое называется электрической дугой и часто становится причиной износа или повреждения контактов (см. схему 1.16). Из-за этого для каждого электроприбора определены предельные электрические ток и напряжение размыкания, при которых контакты могут безопасно замыкаться и размыкаться.

В системах управления мощными потребителями энергии необходимо особенно тщательно обдумать выбор устройств включения.



Электрический ток



При размыкании цепи из-за разницы потенциалов между контактами возникает явление, называемое электрической дугой, в результате чего в действительности электричество продолжает течь по цепи, несмотря на разомкнутый контакт.

Схема 1.16. Возникновение электрической дуги между контактами







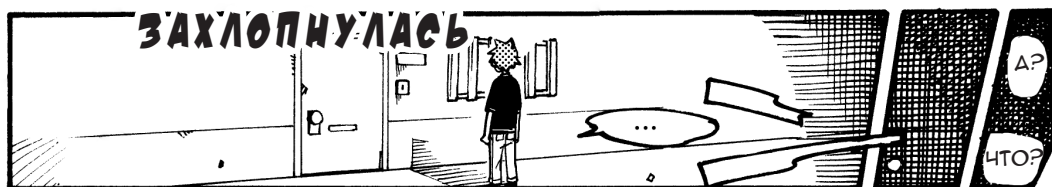
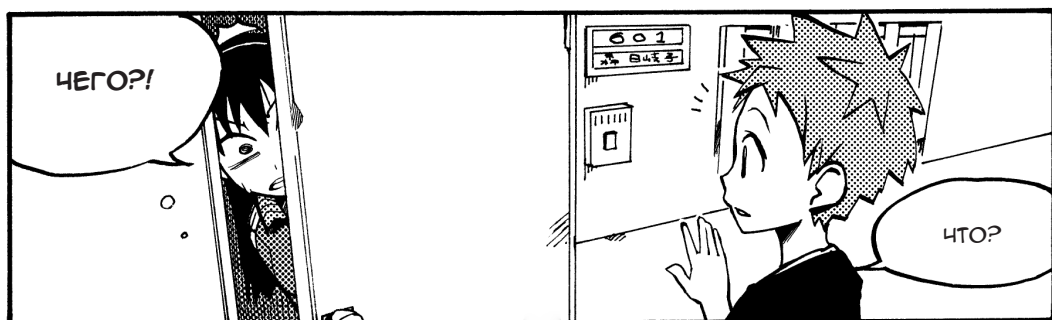
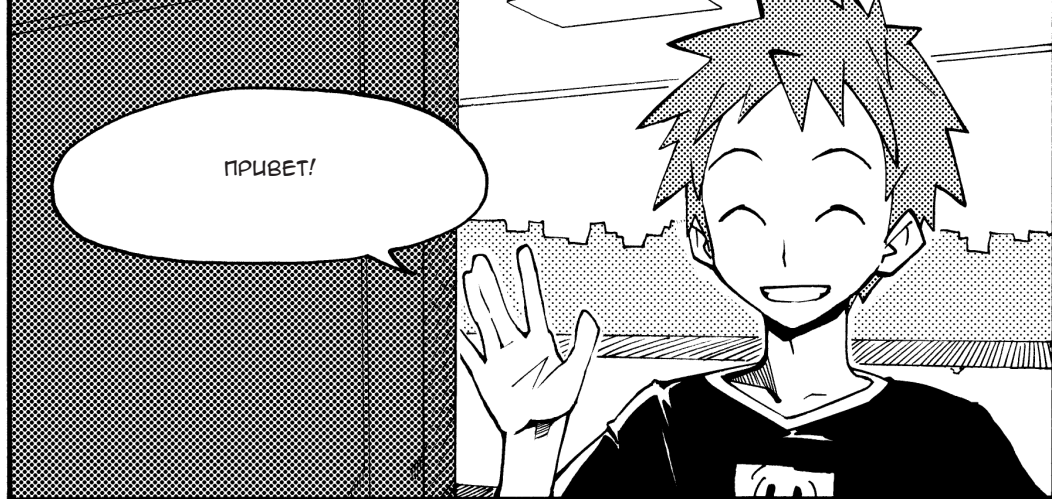


# ГЛАВА 2

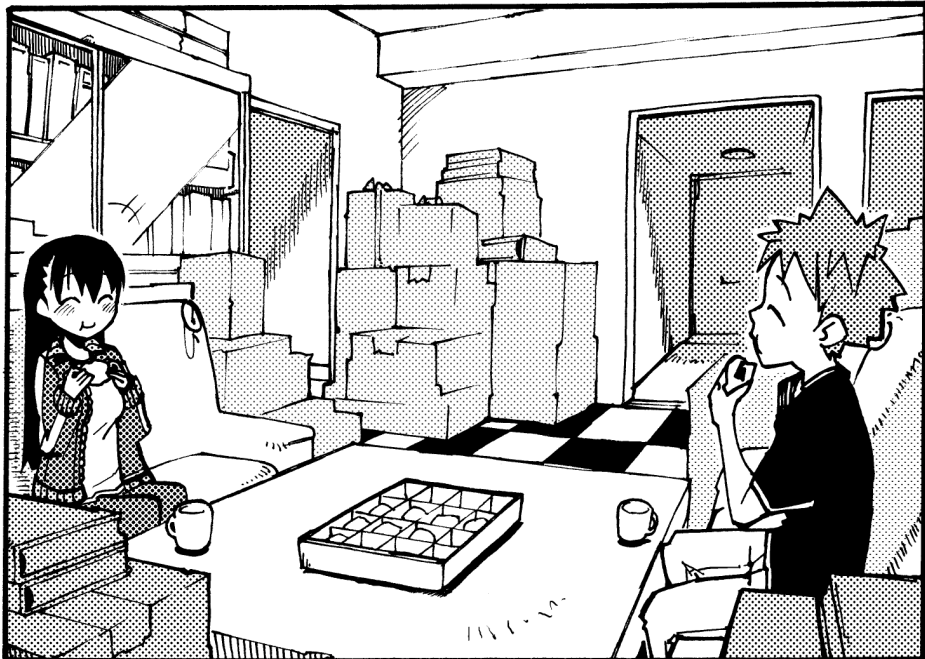
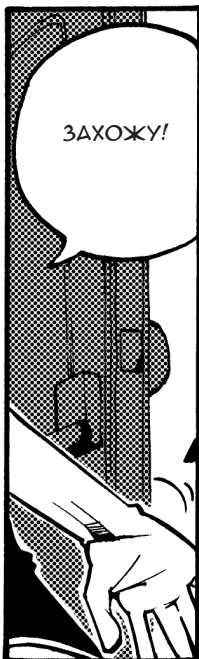
## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ





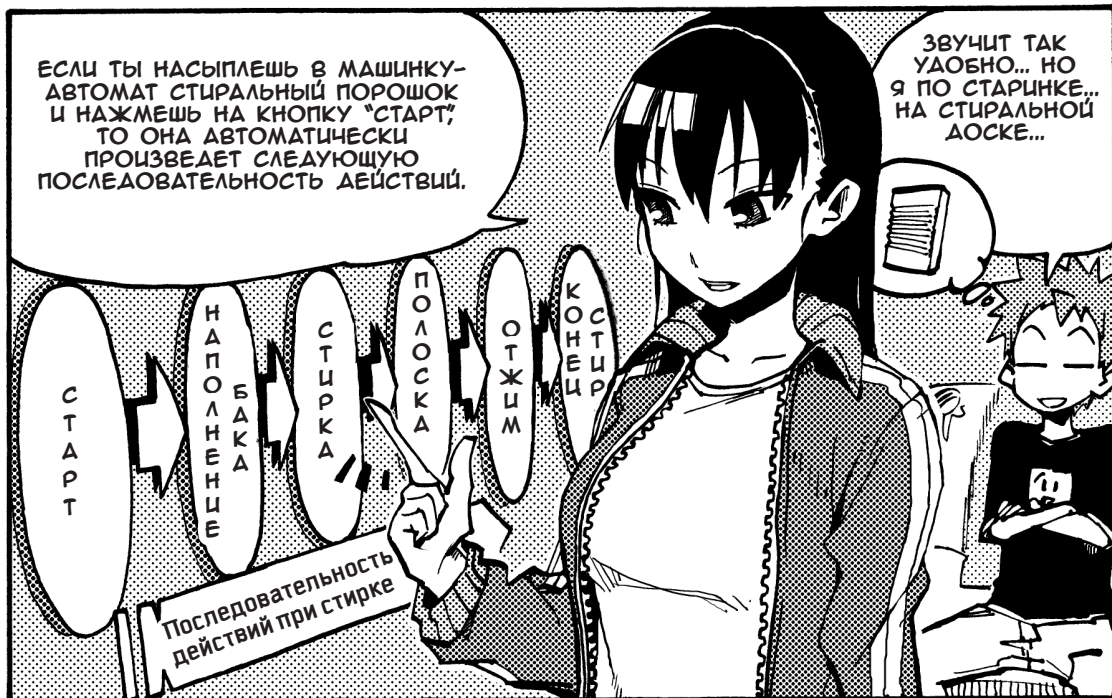
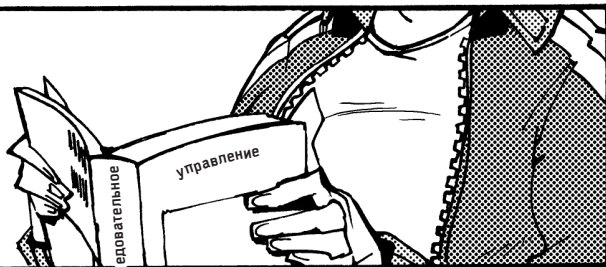








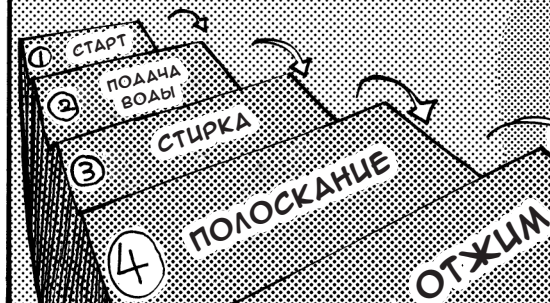
## ● Последовательное управление





ТАКОЕ ВОТ УПРАВЛЕНИЕ,  
КОГДА СИСТЕМА СЛЕДУЕТ  
ЗАРАНЕЕ ОПРЕДЕЛЕННОЙ  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЙ  
И ВЫПОЛНЯЕТ ИХ ПО ОЧЕРЕДИ,  
НАЗЫВАЕТСЯ "ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ  
УПРАВЛЕНИЕ".

ПОЭТОМУ  
JIS ОПРЕ-  
ДЕЛЯЕТ ПО-  
СЛЕДОВАТЕЛЬ-  
НОЕ УПРАВЛЕНИЕ  
(SEQUENCE  
CONTROL) КАК  
"УПРАВЛЕНИЕ, ПРИ  
КОТОРОМ СИСТЕМА  
СЛЕДУЕТ ЗАРАНЕЕ  
ОПРЕДЕЛЕННОЙ ПО-  
СЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ  
И ПОРЯКУ ДЕЙ-  
СТВИЙ И ПО ОЧЕ-  
РЕДИ ВЫПОЛНЯЕТ  
КАЖДЫЙ ЭТАП".



БУМ!

ТЫ МЕНЯ НЕ СЛУШАЕШЬ!

СЛОВО SEQUENCE  
ОЗНАЧАЕТ "СЕРИЯ" ИЛИ  
"ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ".

ПОНЯЛ,  
ПОНЯЛ!

КОГДА ТЫ СТИРАЕШЬ  
В АВТОМАТИЧЕСКОЙ МАШИНЕ,  
ТЕБЕ НЕ НАДО ВРУЧНУЮ  
ОТКРЫВАТЬ ВОДОПРОВОДНЫЙ  
КРАН. ЗА ТЕБЯ ПОДАЧЕЙ ВОДЫ  
УПРАВЛЯЕТ СПЕЦИАЛЬНОЕ  
УСТРОЙСТВО - КЛАПАН  
ПОДАЧИ ВОДЫ.

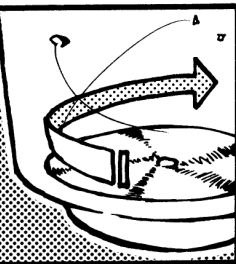
И ТЕБЕ НЕ ПРИХОДИТСЯ  
СЛЕДИТЬ ЗА УРОВНЕМ ВОДЫ:  
ВМЕСТО ТЕБЯ ЗА ТЕМ, ДОШЛА  
ЛИ ВОДА ДО УСТАНОВЛЕННО-  
ГО УРОВНЯ ИЛИ НЕТ, РЕШАЕТ  
АВТОМАТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК  
ДАВЛЕНИЯ ПОД НАЗВА-  
НИЕМ "АКВАСТАТ".

МММ, ПОЛУЧАЕТСЯ,  
ЧЕЛОВЕКА ЗАМЕНЯЮТ  
РАЗНООБРАЗНЫЕ  
УСТРОЙСТВА.

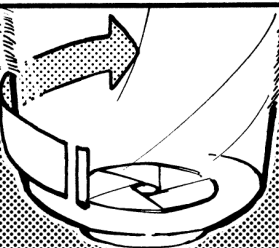




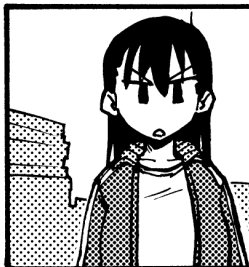
ЗАТЕМ НАЧИНАЕТСЯ СТИРКА  
ГРЯЗНОГО БЕЛЬЯ. ЭТУ  
ФУНКЦИЮ ВЫПОЛНЯЕТ МОТОР,  
КОТОРЫЙ РАСКРУЧИВАЕТ  
ЛОПАСТИ ТАК НАЗЫВАЕМОГО  
АКТИВАТОРА: ВРАЩАЮЩЕГОСЯ  
МЕХАНИЗМА, КОТОРЫЙ  
ПЕРЕМЕШИВАЕТ ВОДУ.



ГРЯЗЬ!

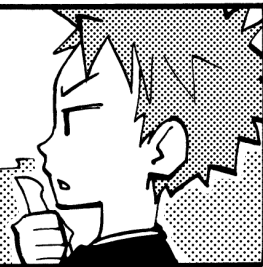


НА СЛЕДУЮЩЕМ ЭТАПЕ  
МОТОР РАСКРУЧИВАЕТ  
БАК СТИРАЛЬНОЙ  
МАШИНЫ, ИСПОЛЬЗУЯ  
ЦЕНТРОБЕЖНУЮ СИЛУ  
ДЛЯ ОТЖИМА.



НАКОНЕЦ, ЕСТЬ ЕЩЕ ОДНО  
УСТРОЙСТВО, КОТОРОЕ ОТ-  
ВЕЧАЕТ ЗА ТО, ЧТОБЫ СЛИВАТЬ  
ИЛИ УДЕРЖИВАТЬ ВОДУ В БАКЕ  
МАШИНЫ, - СЛИВНОЙ  
КЛАПАН.

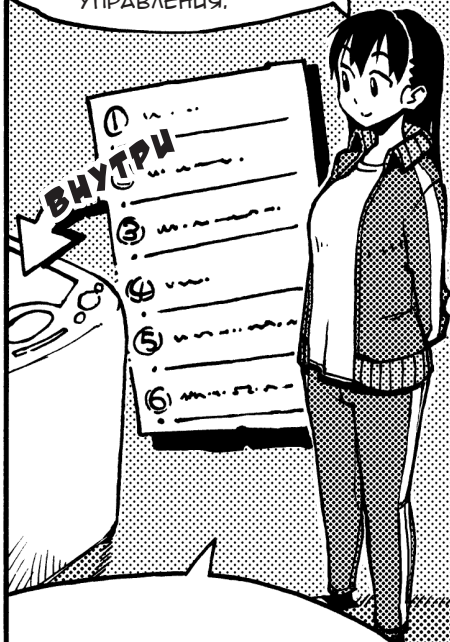
ЯСНО...



ЕСЛИ ТАК  
ПОСМОТРЕТЬ,  
ТО И СТИРАЛЬНАЯ  
МАШИНА - ДОВОЛЬНО  
СЛОЖНЫЙ МЕХАНИЗМ.



В АВТОМАТИЧЕСКИХ СТИРАЛЬНЫХ  
МАШИНАХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ  
ВСЕХ ОПЕРАЦИЙ С МОМЕНТА  
СТАРТА ДО ЗАВЕРШЕНИЯ  
СТИРКИ ЗАДАНА ИЗНАЧАЛЬНО  
С ПОМОЩЬЮ ПЛАТЫ  
УПРАВЛЕНИЯ.



ТИП УПРАВЛЕНИЯ,  
ПРИ КОТОРОМ УСТРОЙСТВО  
ВЫПОЛНЯЕТ ДЕЙСТВИЯ  
В ЗАДАННОМ ПОРЯДКЕ,  
НАЗЫВАЕТСЯ ПОШАГОВЫМ  
УПРАВЛЕНИЕМ.

А УПРАВЛЕНИЕ  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ  
УСЛОВИЙ, КАК В СЛУЧАЕ  
ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ,  
КОТОРЫЙ ОПРЕДЕЛЯЕТ  
УРОВЕНЬ НАБРАННОЙ ВОДЫ  
И ОСТАНАВЛИВАЕТ  
ЕЕ ПОДАЧУ, НАЗЫВАЕТСЯ  
ПАРАМЕТРИЧЕСКИМ  
УПРАВЛЕНИЕМ.



ЕСЛИ  
ОТКРЫТЬ ДВЕРЦУ  
СТИРАЛЬНОЙ МАШИНЫ  
ВО ВРЕМЯ ОТЖИМА,  
ТО ОТЖИМ ПРЕКРАТИТСЯ.  
ЭТО ТОЖЕ ПАРАМЕТРИЧЕ-  
СКОЕ УПРАВЛЕНИЕ.



НАКОНЕЦ,  
СУЩЕСТВУЕТ  
ЕЩЁ  
УПРАВЛЕНИЕ  
В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ ВРЕМЕНИ. КАК В СЛУЧАЕ  
АКТИВАТОРА, КОТОРЫЙ БУДЕТ  
ВРАЩАТЬСЯ СТОЛЬКО ВРЕМЕНИ,  
СКОЛЬКО ЗАДАНО СИСТЕМОЙ  
УПРАВЛЕНИЯ. ТАКОЙ СПОСОБ  
УПРАВЛЕНИЯ НАЗЫВАЕТСЯ  
УПРАВЛЕНИЕМ ПО ВРЕМЕНИ.

ТО ЕСТЬ СУЩЕСТВУЕТ  
ШАГОВОЕ,  
ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ  
И ВРЕМЕННОЕ  
УПРАВЛЕНИЕ?



АА, В ОБЩЕМ,  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ  
УПРАВЛЕНИЕ  
МОЖНО УСЛОВНО  
ПРЕДСТАВИТЬ  
СОСТОЯЩИМ ИЗ ТРЕХ  
ПОДТИПОВ.



Приборы, регулируемые системами управления с обратной связью

ТЕПЕРЬ  
НАДО  
ПОГОВОРИТЬ  
ПРО ЗАМКНУТЫЕ  
СИСТЕМЫ  
УПРАВЛЕНИЯ,  
ОНИ ЖЕ СИСТЕМЫ  
С ОБРАТНОЙ  
СВЯЗЬЮ...

ЧТО ЗНАЧИТ  
"СИСТЕМА  
УПРАВЛЕНИЯ  
С ОБРАТНОЙ  
СВЯЗЬЮ"?

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ,  
В КОТОРОЙ ПРОИЗВОДИТСЯ  
СРАВНЕНИЕ РЕГУЛИРУЕМОГО  
ПАРАМЕТРА С ЕГО  
ЗАДАНЫМ ЗНАЧЕНИЕМ  
И ФОРМИРОВАНИЕ  
НА ОСНОВЕ ЭТОГО  
СИГНАЛА УПРАВЛЕНИЯ,  
НАЗЫВАЕТСЯ "СИСТЕМОЙ  
С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ".

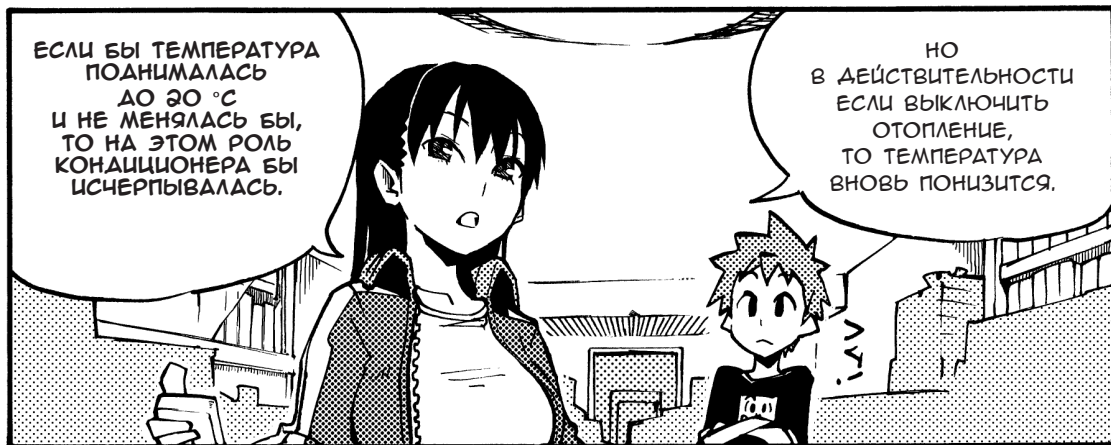
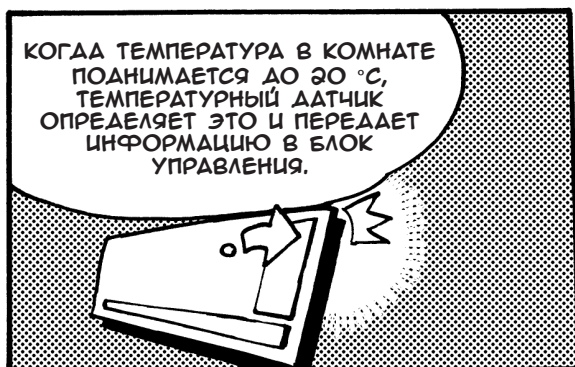
Я ДАЖЕ  
НЕ ПОНЯЛ,  
Я ПОНЯЛ ТЕБЯ  
ИЛИ НЕТ...

ДЛЯ ПРИМЕРА:  
ТАКИЕ СИСТЕМЫ  
ИСПОЛЗУЮТСЯ  
В КОНДИЦИОНЕРАХ  
ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ.

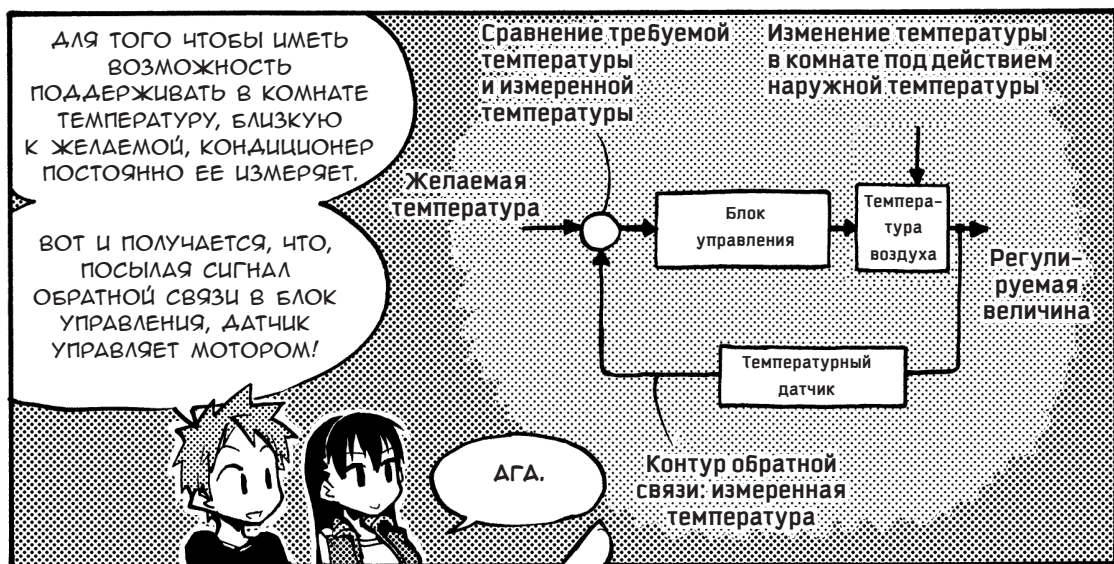
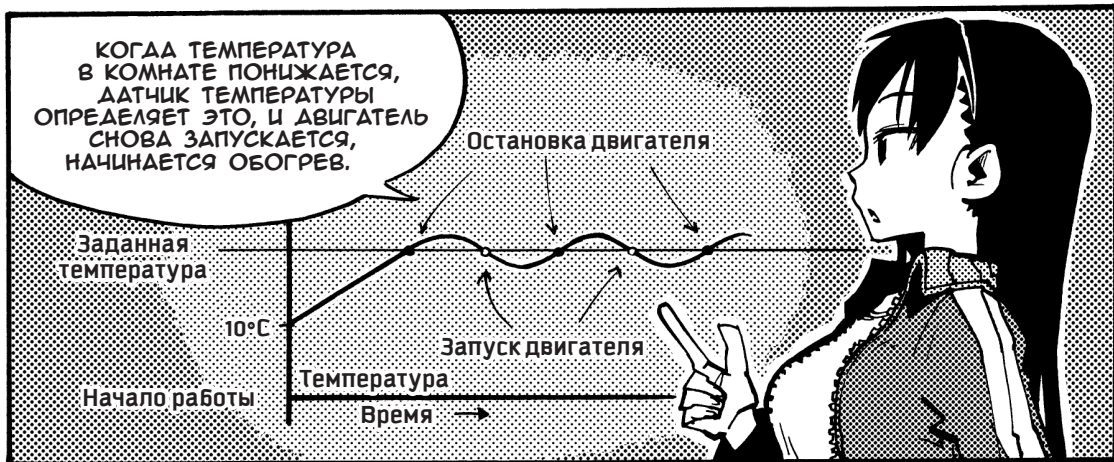
ВКЛЮЧИЛА

ЕСЛИ ТЕМПЕРАТУРА  
В КОМНАТЕ  $10^{\circ}\text{C}$ ,  
А НА КОНДИЦИОНЕРЕ  
УСТАНОВЛЕНА  $20^{\circ}\text{C}$ ,  
ТО ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ ОН  
АВТОМАТИЧЕСКИ НАЧНЁТ  
НАГРЕВАТЬ ВОЗДУХ.

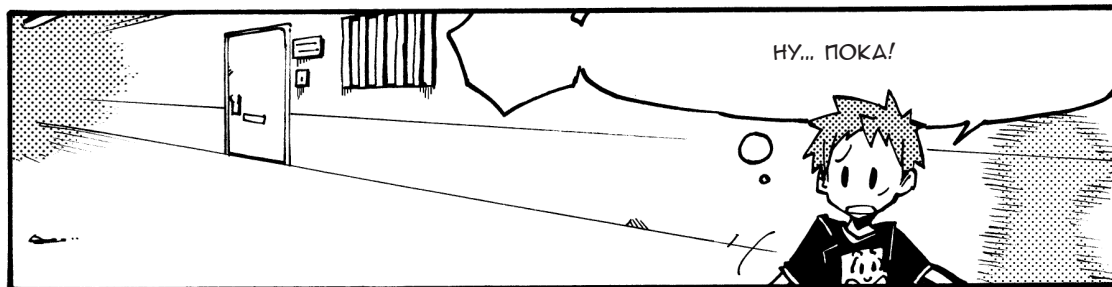


















## Последовательное управление на примере стиральной машины

Автоматическое управление подразделяется на две большие группы: последовательное управление, которое используется в работе сравнительно простых устройств, таких как светофоры и стиральные машины, и управление с обратной связью, которое используется в работе регуляторов температуры, кондиционеров и электрических обогревателей.

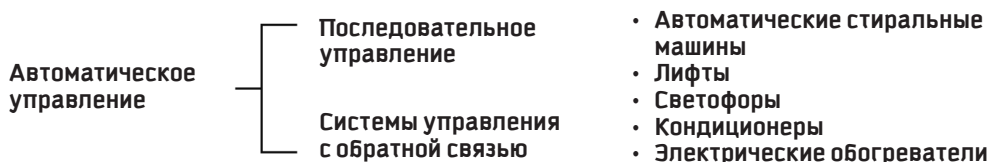


Схема 2.1. Виды автоматического управления

В автоматических стиральных машинах все этапы работы – подача воды, стирка, отжим, слив и т. д. – выполняются полностью автоматически, по очереди. Подобные системы, в которых действия на всех этапах выполняются согласно заранее заданному порядку, называются системами с последовательным управлением.

На уличных светофорах по очереди загорается красный, зеленый и желтый свет. Это тоже пример последовательного управления. Так же и с лифтом: когда мы нажимаем на кнопку, кабина к нам спускается, и открываются двери. Для управления лифтом тоже используются системы последовательного управления.

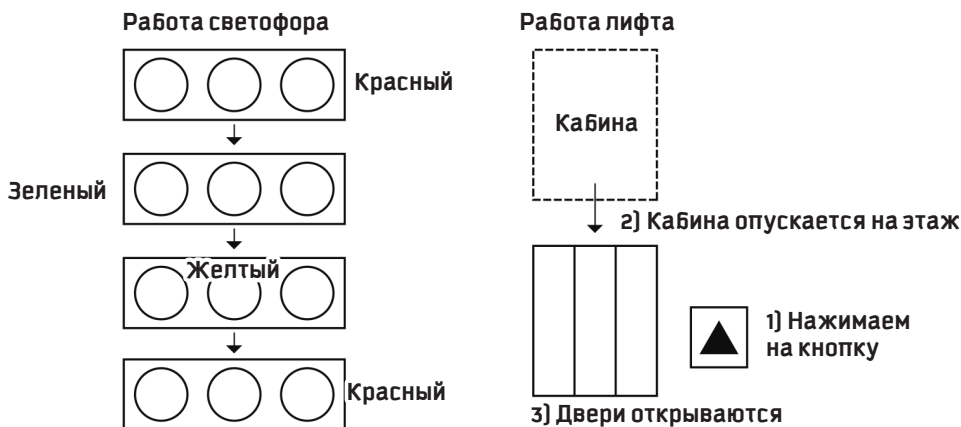


Схема 2.2. Работа светофоров и лифтов



## Последовательное управление: определение JIS

Управление, при котором действия выполняются последовательно, согласно заранее предписанной очередности или порядку

Программное управление подразделяется на три типа: временное, блокированное и пошаговое

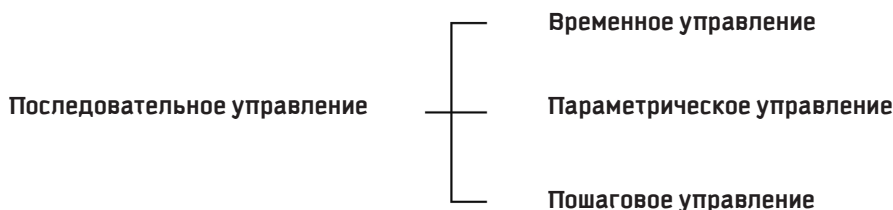


Схема 2.3. Виды последовательного управления

### • Временное управление

Автоматическая стиральная машина стирает белье в течение интервала времени, заранее заданного в блоке управления. Подобные системы управления с заданным временем работы называются системами «временного», или интервального, управления. В стиральных машинах для отжима и слива воды тоже используются системы интервального управления.

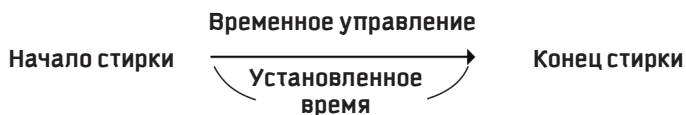


Схема 2.4. Временное управление в процессе стирки



Схема 2.5. Временное управление процессом стирки



- **Контакт замыкается на определенное программой стирки время**

Когда вода в баке поднимается до заданного уровня, датчик давления определяет это, останавливает подачу воды и переключает стиральную машину на следующий этап стирки. Подобные системы, в которых при достижении определенных условий система переходит к следующему этапу программы, называются системами с «параметрическим управлением». Системы с параметрическим управлением используются в регулирующих механизмах, отслеживающих параметры, таких как датчик давления.

Если во время слива воды открыть дверцу машины, датчик закрытия двери определит это и перестанет сливать воду. Это тоже пример параметрического управления.

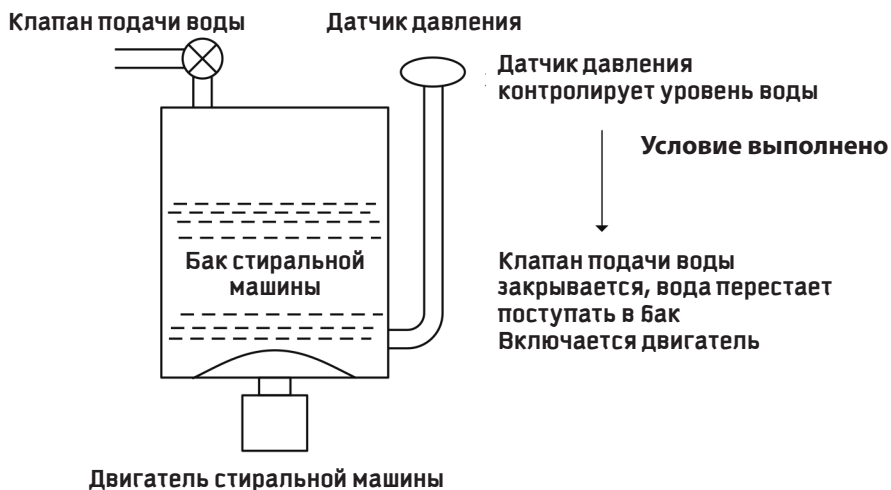


Схема 2.6. Параметрическое управление

**Датчик давления измеряет уровень воды и переключает машину на другой режим работы**

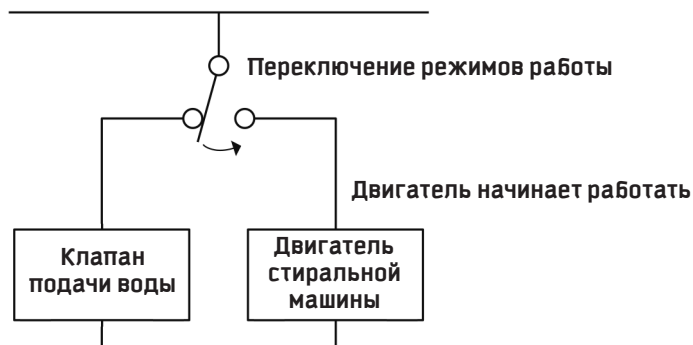


Схема 2.7. Датчик давления и параметрическое управление



## • Пошаговое управление

Блок управления автоматических стиральных машин выполняет стандартный цикл работы, жёстко запрограммированный его конструкцией. Системы, в которых каждое действие происходит в соответствии с предписанной очередностью, называются системами с «пошаговым управлением». В системах с пошаговым управлением во время переключения с одного этапа на другой не используются никакие внешние устройства вроде датчиков.

### Пошаговое управление



Схема 2.8. Пошаговое управление в стиральной машине

Таким образом, стиральная машина – это электроприбор, в котором для автоматизации процесса стирки используются все три вида систем последовательного управления – временное, параметрическое и шаговое.



## Кондиционер и системы управления с обратной связью

Чтобы поддерживать в комнате заданный уровень температуры, датчик температуры, установленный во внутреннем блоке кондиционера, измеряет температуру в комнате, затем сравнивает это значение с желаемым. Управляя двигателем компрессора с помощью цепи обратной связи, датчик регулирует температуру в комнате. Подобные системы, в которых благодаря обратной связи происходит сравнение регулируемой величины с требуемой, и их согласование называются системами управления «с обратной связью», или «замкнутыми системами».

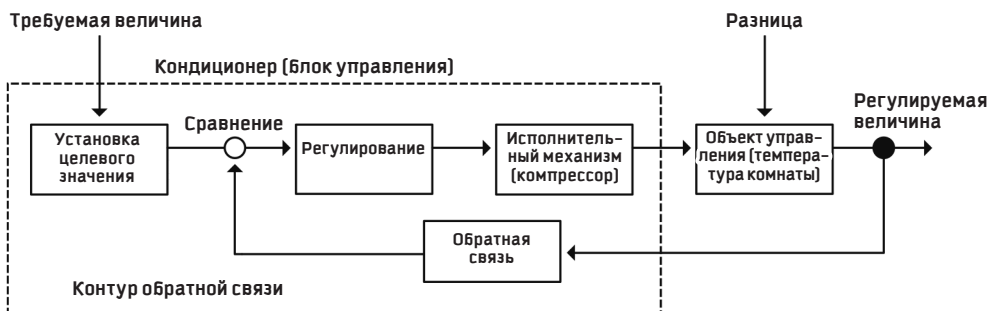


Схема 2.9. Система управления в кондиционере



Для управления температурой в водонагревателях и электрических одеялах тоже используются системы управления с обратной связью.

## Замкнутые системы: определение JIS

Системы управления, в которых проводится сравнение регулируемой величины с её заданным значением и интенсивность управляющего воздействия зависит от величины отклонения регулируемой величины от целевого значения и/или скорости изменения регулируемой величины, называются системами управления с обратной связью.

В системах управления с обратной связью используются три способа вычисления сигнала обратной связи по измеренному отклонению регулируемой величины от целевого значения: П – пропорциональный (Proportional), И – интегральный (Integral) и Д – дифференциальный (Differential).

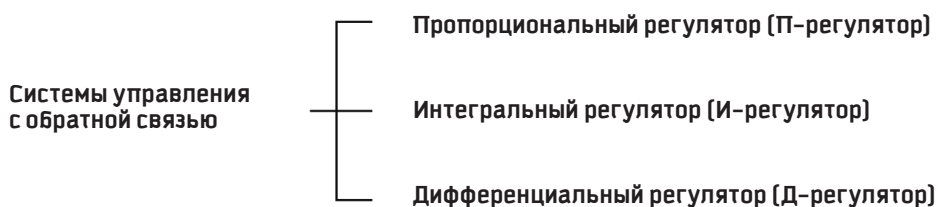


Схема 2.10. Системы управления с обратной связью

Кондиционеры с нерегулируемой мощностью двигателя поддерживают заданную температуру в комнате с помощью включения и выключения двигателя. Такие системы управления называются системами двухпозиционного управления (on-off control). При таком методе управления датчик температуры выключает компрессор, после того как температура воздуха в комнате достигнет заданного значения, после чего температура начинает подниматься выше или опускаться ниже желаемой. В результате температура воздуха в помещении практически никогда не совпадает с целевым значением, поскольку колеблется с достаточно большим размахом рядом с желаемой температурой.

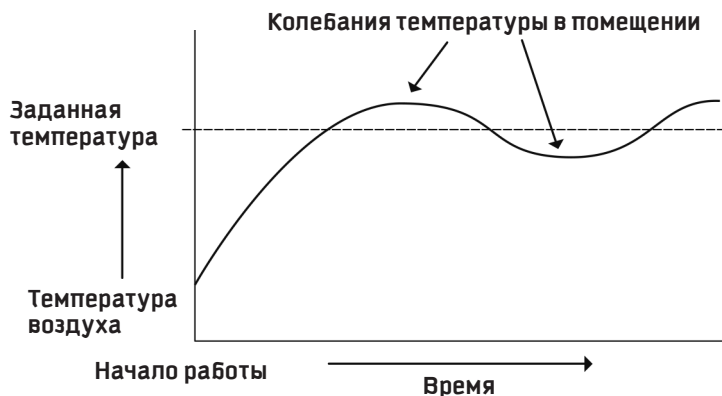


Схема 2.11. Изменения температуры воздуха при работе кондиционера в системе двухпозиционного регулирования (здесь и далее кондиционер работает на нагрев)



Современные кондиционеры оснащены электронными системами, которые позволяют изменять скорость вращения двигателя и, соответственно, мощность компрессора. В таких кондиционерах используются дифференциальные, интегральные и пропорциональные алгоритмы регулирования, которые позволяют поддерживать температуру с большей точностью.

Начнем с пропорциональных регуляторов: двигатель управляется величиной, пропорциональной разнице между температурой в комнате и целевой температурой. Например, когда кондиционер только запускается, разница (отклонение) между температурой в комнате и заданной температурой будет большая, соответственно, двигатель будет работать на большой мощности. Постепенно разница между температурой в комнате и заданной температурой уменьшится, и двигатель снизит мощность работы пропорционально этому уменьшению. Таким образом получается приблизить температуру в комнате к желаемой температуре.

Однако у такой системы есть недостаток: она способна максимально приблизить температуру в комнате к желаемой, но не способна достичь ее.

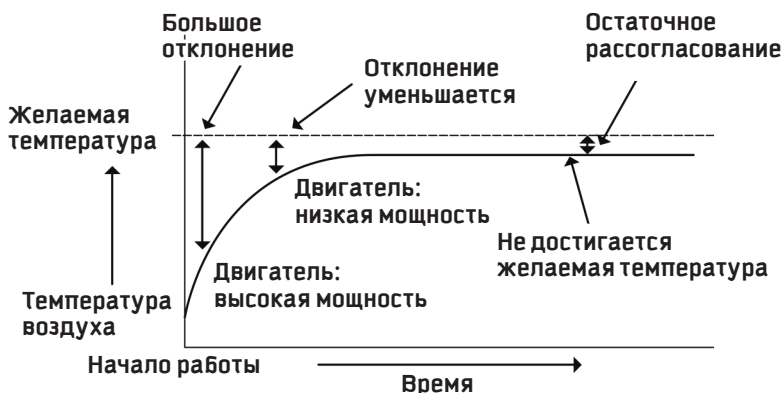


Схема 2.12. Зависимость температуры воздуха в комнате от времени при работе кондиционера с пропорциональным регулятором (П-регулятор)

Это незначительное отклонение называется «остаточным рассогласованием», или «offset», и, для того чтобы от него избавиться, используют интегральные регуляторы (И-регуляторы). Работа интегрального регулятора заключается в том, чтобы свести остаточное рассогласование к 0, чего он добивается, управляя мощностью мотора пропорционально интегралу от величины остаточного рассогласования.

Используя в кондиционере сначала пропорциональный регулятор, для того чтобы приблизить температуру в комнате к желаемой, а затем интегральный регулятор, можно привести температуру в комнате к желаемой с большей точностью. Регуляторы, которые используют одновременно пропорциональные и интегральные алгоритмы, называются пропорционально-интегральными, или ПИ-регуляторами.



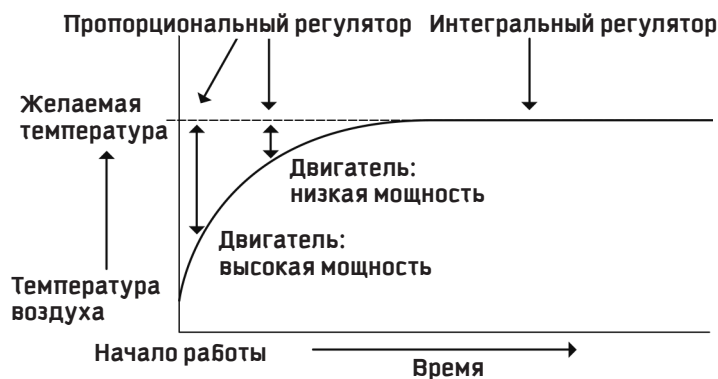


Схема 2.13. Изменения температуры воздуха при использовании пропорционально-интегрального регулятора (ПИИ-регулятора)

Однако в реальных условиях система управления температурой кондиционера должна быстро реагировать на такие факторы, как температура воздуха снаружи, изменение температуры при открытии или закрытии дверей и т. д. Для управления температурой в таких случаях используется дифференциальный регулятор. Работа дифференциального регулятора заключается в том, чтобы предотвращать быстрые колебания температуры. Это достигается за счет управления мощностью двигателя пропорционально величине, производной от температуры воздуха в комнате. В тот момент, когда измеряемая температура только начинает изменяться под внешним воздействием, но скорость этого изменения велика, дифференциальный регулятор включает компрессор для предотвращения значительного отклонения температуры от заданной, пока это отклонение небольшое.

Например, дифференциальный регулятор эффективно сработает, если во время обогрева комнаты открыть дверь. В этом случае температура начнет быстро снижаться, и Д-регулятор резко увеличит мощность работы мотора, чтобы вернуть температуру к заданной.

Если к пропорционально-интегральному регулятору добавить дифференциальный, то получится ПИД-регулятор: устройство, используемое во многих системах управления.

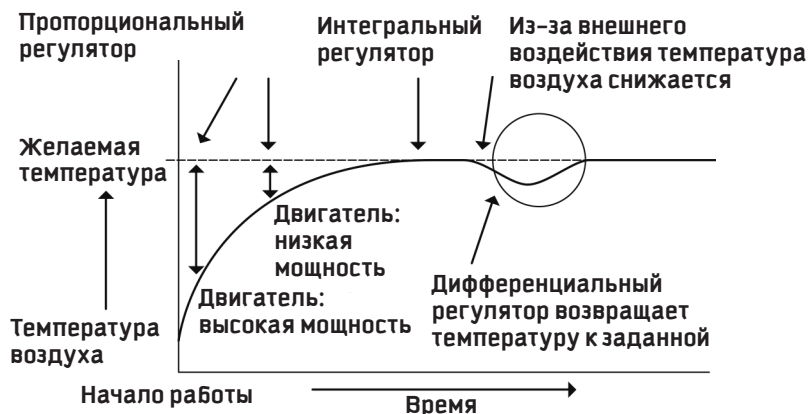


Схема 2.14. Изменение температуры при использовании дифференциального регулятора





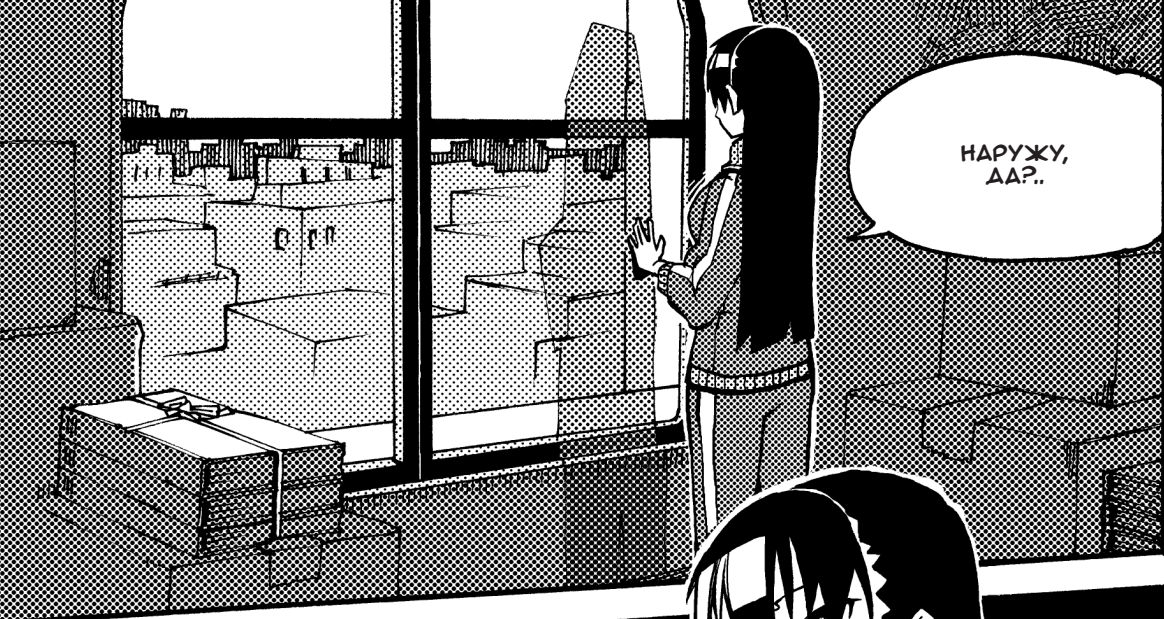


## ГЛАВА 3

# ЭЛЕКТРОННЫЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ







НАРУЖУ,  
АА?..

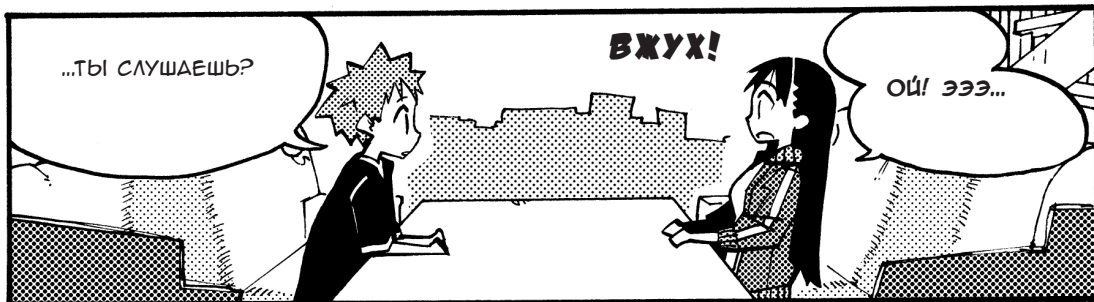
ЭТОТ... ЭТОТ ОНСЭЦУ КАИ... ИЗ-  
ЗА НЕГО МНЕ В ГОЛОВУ НАЧАЛИ  
ЛЕЗТЬ НЕПРОШЕННЫЕ МЫСЛИ.

А ЕЩЕ... ОН НАВЕРНЯКА  
И СЕГОДНЯ...

**ДЗЫНЬ!**

**УЛЫБА** **ЕТСЯ**







● Механические выключатели

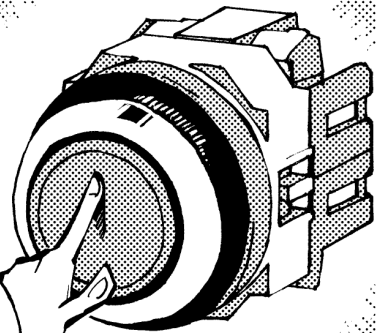
**ДЗИНЬ!**



НАЧНЕМ  
С...

МЕХАНИЧЕСКИХ  
ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ.

МЕХАНИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮ-  
ЧАТЕЛИ, ТАКИЕ КАК НА-  
ЖИМНЫЕ ИЛИ КЛАВИШНЫЕ  
ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ, ИСПОЛЪ-  
ЗУЮТСЯ ДЛЯ ТОГО, ЧТО-  
БЫ ВКЛЮЧАТЬ И ВЫКЛЮ-  
ЧАТЬ РАЗЛИЧНЫЕ  
УСТРОЙСТВА.



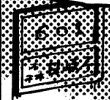
А КНОПКА  
ДОМОФОНА - ТОЖЕ  
КНОПОЧНЫЙ  
ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ?

УГУ.

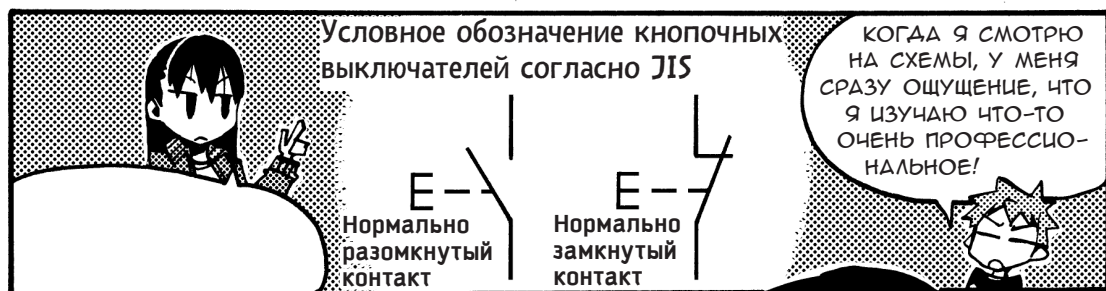
ТЫ БЕСПРЕСТАННО  
ТРЕЗВОНИШЬ МНЕ  
В ДОМОФОН  
БЛАГОДАРИ КНОПОЧНОМУ  
ВЫКЛЮЧАТЕЛЮ.

...АХА-ХА...  
ХА...

РАЗАРАЖЕНА





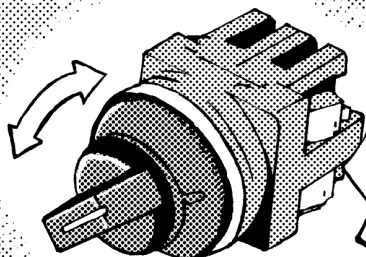




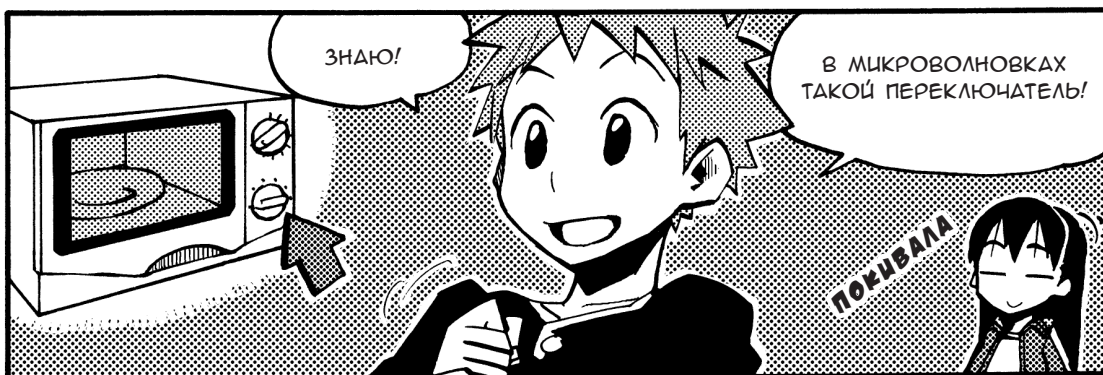




## ● Поворотный переключатель



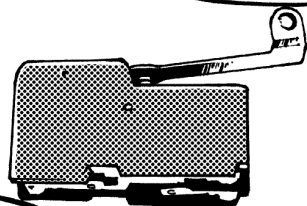
У  
ПОВОРОТНЫХ  
ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ НЕОБХОДИМО  
ПОВЕРНУТЬ РУКОЯТКУ, ЧТОБЫ ЗАМКНУТЬ  
ИЛИ РАЗОМКНУТЬ КОНТАКТЫ. ПОДОБНЫЕ  
ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ ИСПОЛЗУЮТСЯ В  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ И В МЕХАНИЗМАХ  
БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ, В КОТОРЫХ НАДО  
ВРУЧНУЮ ИЛИ АВТОМАТИЧЕСКИ ЗАМЫКАТЬ  
И РАЗМЫКАТЬ КОНТАКТЫ.





## Миниатюрные переключатели

ТАКИЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ ИСПОЛЗУЮТСЯ КАК ДАТЧИКИ КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ И МОГУТ КОНТРОЛИРОВАТЬ ТЕМПЕРАТУРУ ИЛИ ДАВЛЕНИЕ, ЕСЛИ ПРИСОЕДИНИТЬ К НИМ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ.



ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ОТСЛЕЖИВАЕТСЯ МИНИАТЮРНЫМ КОНЦЕВЫМ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕМ, ИЛИ МИКРОПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕМ.

МИКРОПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЯЕТ ИЗ СЕБЯ НЕБОЛЬШОЙ КОРПУС, В КОТОРОМ РАСПОЛОЖЕНЫ КОНТАКТЫ, ЗАМЫКАЕМЫЕ И РАЗМЫКАЕМЫЕ С ПОМОЩЬЮ РЫЧАЖКА.



А?

Я НИКОГДА РАНЬШЕ НЕ ВИДЕЛ ТАКИХ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ.

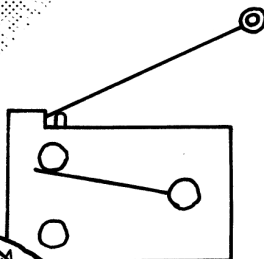


АА, ЭТО ПОТОМУ, ЧТО ИХ ПОЧТИ НЕ ИСПОЛЗУЮТ ТАМ, ГДЕ ИХ МОЖНО УВИДЕТЬ. НАПРИМЕР, КНОПКИ КОМПЬЮТЕРНОЙ МЫШКИ ПРИВОДЯТ В ДЕЙСТВИЕ МИНИАТЮРНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ.

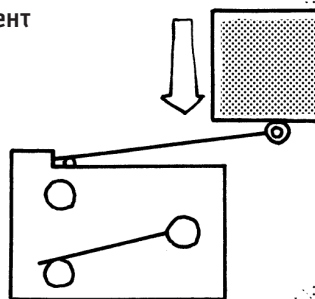
МИНИАТЮРНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ УСТРОЕН ТАКИМ ОБРАЗОМ: КОГДА КАКОЙ-ЛИБО ОБЪЕКТ СОПРИКАСАЕТСЯ С РЫЧАЖКОМ, КОНТАКТ ПЕРЕКЛЮЧАЕТСЯ. ЕСЛИ ДАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТА ПРОПАДЕТ, ТО ЗА СЧЕТ УПРУГОСТИ ПРУЖИНЫ КОНТАКТ ВОЗВРАЩАЕТСЯ В ИСХОДНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ. РЫЧАЖОК ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ И ДРУГИЕ ПОДОБНЫЕ УСТРОЙСТВА НАЗЫВАЮТСЯ "ПРИВОДНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ".

## Миниатюрный переключатель

Приводной элемент



Переключаемый контакт



Когда тело надавливает на приводной элемент, контакт переключается

ПОНЯЛ!

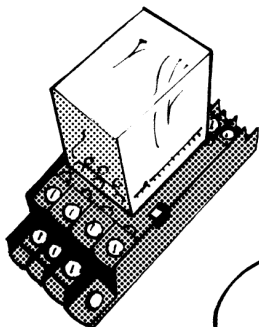








## ● Электромагнитное реле



КРОМЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ, ЕСТЬ ЕЩЁ НЕСКОЛЬКО ОЧЕНЬ ВАЖНЫХ ВКЛЮЧАЮЩИХ УСТРОЙСТВ, С КОТОРЫМИ Я ХОЧУ ТЕБЯ ПОЗНАКОМИТЬ. НАЧНЕМ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РЕЛЕ.

ЭЛЕКТРО-  
МАГНИТНЫХ  
РЕЛЕ?

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ РЕЛЕ СОСТОИТ ИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТА И ГРУППЫ КОНТАКТОВ.

Основные принципы работы электромагнитного реле



КОГДА ПО ОБМОТКЕ КАТУШКИ РЕЛЕ НАЧИНАЕТ ТЕЧЬ ТОК, В НЕЙ ВОЗНИКАЕТ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ, ДЕЙСТВУЮЩЕЕ НА СТАЛЬНУЮ ПОДВИЖНУЮ ПЛАСТИНКУ, НАЗЫВАЕМУЮ ЯКОРЕМ. В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЕЙСТВИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПЛАСТИНКУ ВОЗНИКАЕТ СИЛА, ПЕРЕМЕЩАЮЩАЯ ПОДВИЖНЫЕ КОНТАКТЫ, ПРИКРЕПЛЕННЫЕ К НЕЙ. ЕСЛИ ОТКЛЮЧИТЬ ТОК, МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ИСЧЕЗНЕТ, И ПРУЖИНА ВЕРНЕТ КОНТАКТЫ В ИСХОДНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ.

Я ПОНЯЛ УСТРОЙСТВО РЕЛЕ.

НО ЗАЧЕМ ОНО НУЖНО?



ЭЛЕ-  
МЕНТЫ СИСТЕМ  
АВТОМАТИЧЕСКО-  
ГО УПРАВЛЕНИЯ С  
КОНТАКТНЫМИ ГРУП-  
ПАМИ, КОТОРЫЕ ЗА-  
МЫКАЮТСЯ И РАЗ-  
МЫКАЮТСЯ ПРИ  
ПОДАЧЕ ЭЛЕКТРИ-  
ЧЕСКОГО НАПРЯ-  
ЖЕНИЯ, ИГРАЮТ  
ОЧЕНЬ ВАЖНУЮ  
РОЛЬ.

НАКЛОНИЛАСЬ

И ИЗ  
НИХ ДЛЯ НАС  
ОСОБЕННО ВАЖНЫ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ  
РЕЛЕ, ПОСКОЛЬКУ  
ОНИ - ОДНИ ИЗ  
ВАЖНЕЙШИХ  
СОСТАВЛЯЮЩИХ  
СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ!

эээ...

Условное обозначение  
электромагнитных реле согласно JIS

Катушка  
реле

Нормально  
разомкнутый  
контакт

Нормально  
замкнутый  
контакт

СОГЛАСНО JIS,  
НА СХЕМАХ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ  
РЕЛЕ ОБОЗНАЧАЮТСЯ  
ТАКИМИ РИСУНКАМИ.

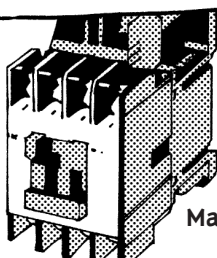
КРОМЕ ТОГО, СУЩЕСТВУЮТ ЭЛЕКТРОМАГ-  
НИТНЫЕ РЕЛЕ С КОНТАКТАМИ, ВЫДЕРЖИВА-  
ЮЩИМИ ОЧЕНЬ БОЛЬШИЕ ТОКИ, КОТОРЫЕ  
ИСПОЛЗУЮТСЯ, КОГДА НЕОБХОДИМО  
УПРАВЛЯТЬ ТОКАМИ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ, НА-  
ПРИМЕР, МОЩНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ.  
ТАКИЕ РЕЛЕ НАЗЫВАЮТСЯ "МАГНИТНЫ-  
МИ ПУСКАТЕЛЯМИ".

СОГЛАСНО JIS, НА СХЕМАХ ОНИ  
ОБОЗНАЧАЮТСЯ ТАКИМИ РИСУНКАМИ.

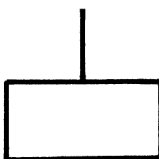
Катушка  
магнитного  
пускателя

Условное обозначение магнит-  
ных пускателей согласно JIS  
Контакты магнитного пускателя

ВОТ  
ЭТО ВОТ?



Магнитный пускатель



Нормально  
разомкнутый  
контакт



Нормально  
замкнутый  
контакт



НУ И НАКОНЕЦ ДАВАЙ  
ПОГОВОРИМ  
О ТАЙМЕРАХ. ИХ ОЧЕНЬ  
ЛЕГКО СЕБЕ  
ПРЕДСТАВИТЬ.



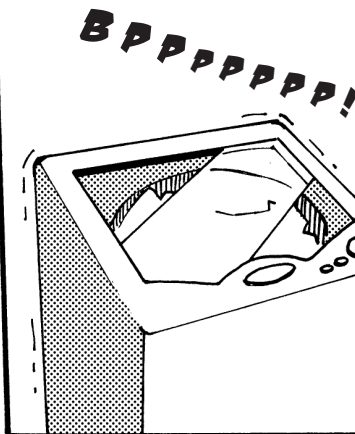
ТЫ ПРО ТЕ ТАЙМЕРЫ,  
КОТОРЫЕ ВКЛЮЧАЮТ ЧТО-  
НИБУДЬ, КОГДА НАСТАЕТ  
УСТАНОВЛЕННОЕ ВРЕМЯ?

ДА, РЕЧЬ  
О НИХ.



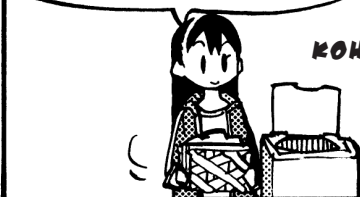
В УПРАВЛЯЕМЫХ  
УСТРОЙСТВАХ ОЧЕНЬ  
МНОГО ПРОЦЕССОВ,  
КОТОРЫЕ УПРАВЛЯЮТСЯ  
С ПОМОЩЬЮ  
ПРОГРАММИРУЕМЫХ  
ТАЙМЕРОВ.

ВЗЯТЬ ДЛЯ ПРИМЕРА  
СТИРАЛЬНУЮ МАШИНУ.  
ОНА ОТЖИМАЕТ ПО  
ВРЕМЕНИ РАВНО СТОЛЬКО,  
СКОЛЬКО ЗАДАНО  
В БЛОКЕ УПРАВЛЕНИЯ,  
И НЕ БОЛЬШЕ.



ВОТ ТАКИМ ОБРАЗОМ  
В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ  
ИСПОЛЗУЮТСЯ ТАЙМЕРЫ,  
КОГДА НЕОБХОДИМО  
ЗАДАТЬ ВРЕМЯ РАБОТЫ.

**КОНЕЦ РАБОТЫ!**



ТАЙМЕР ЯВНО ТОЖЕ  
УПРАВЛЯЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО!

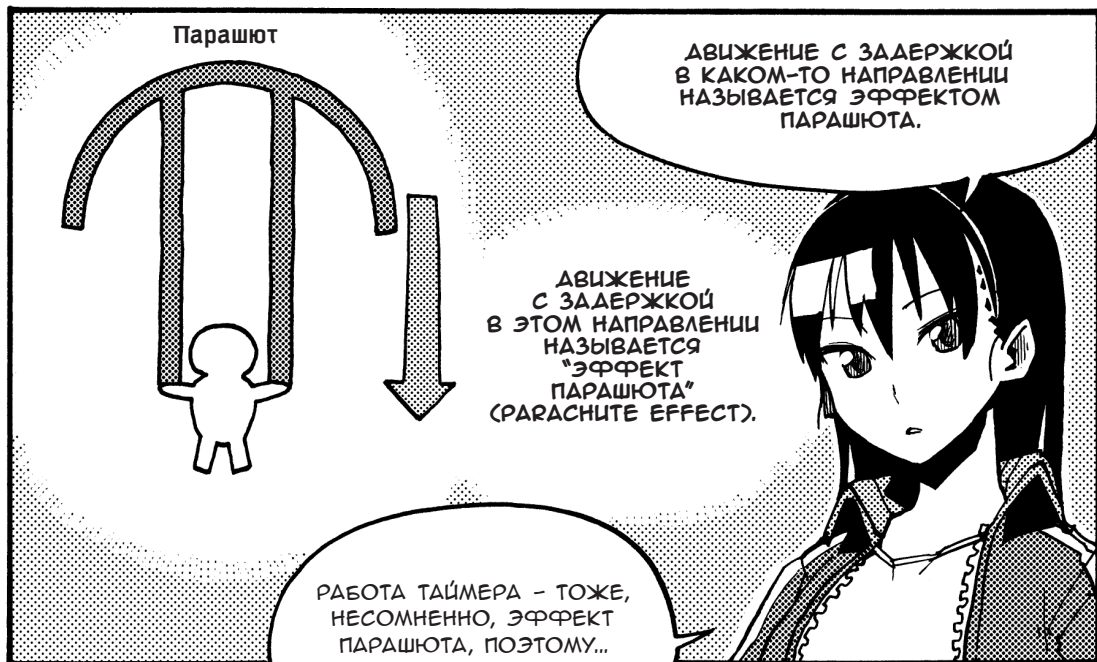
**З  
Н  
А  
Ю  
!**







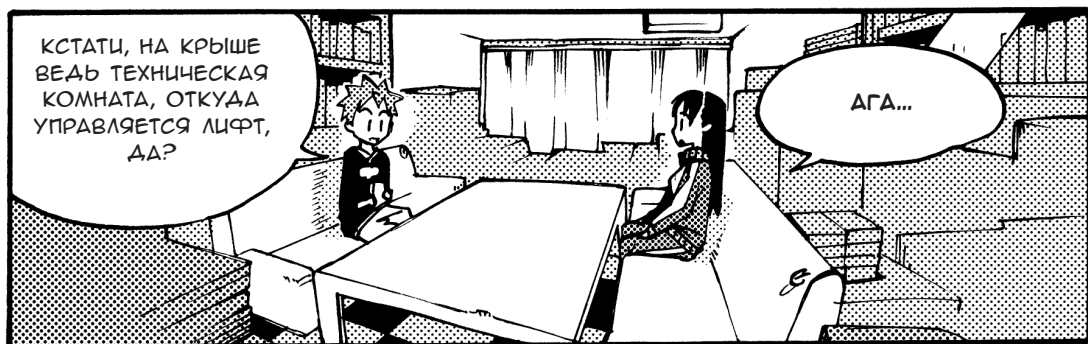




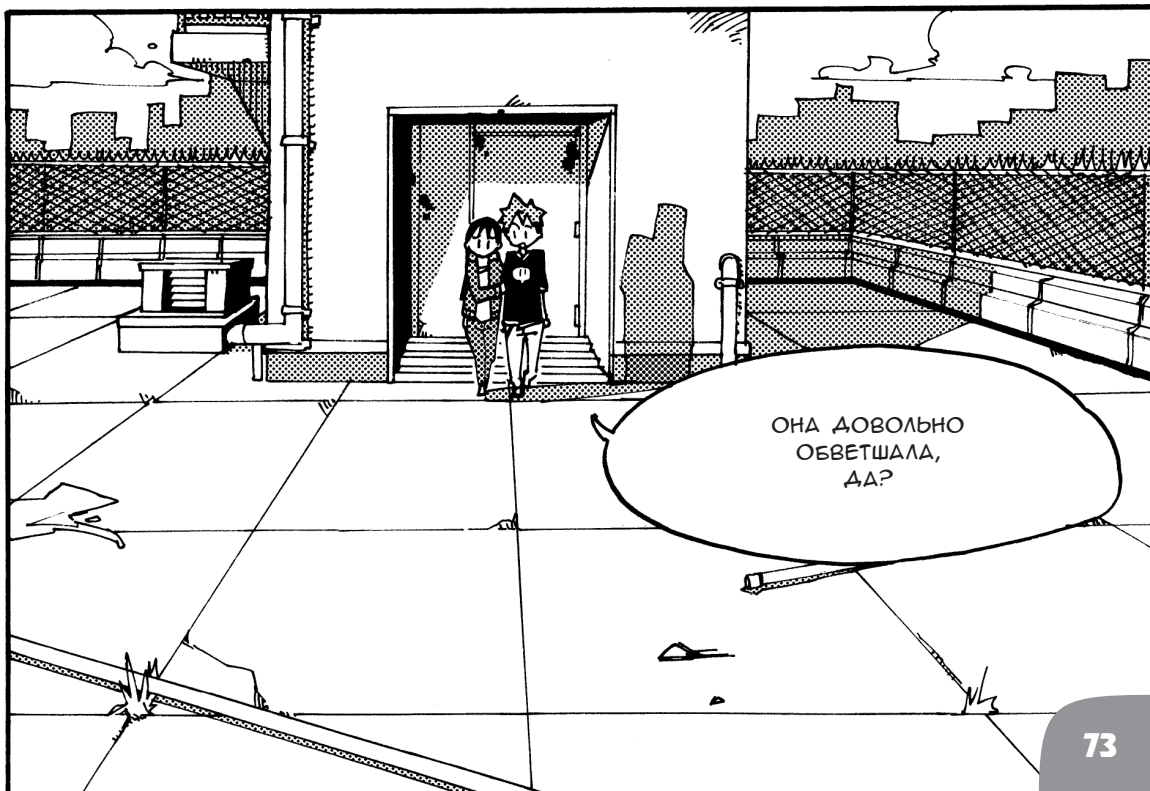
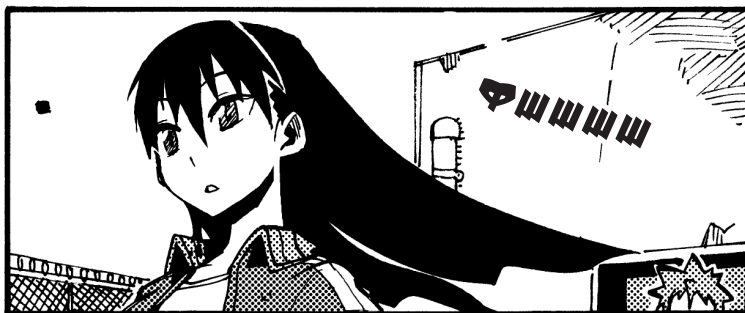




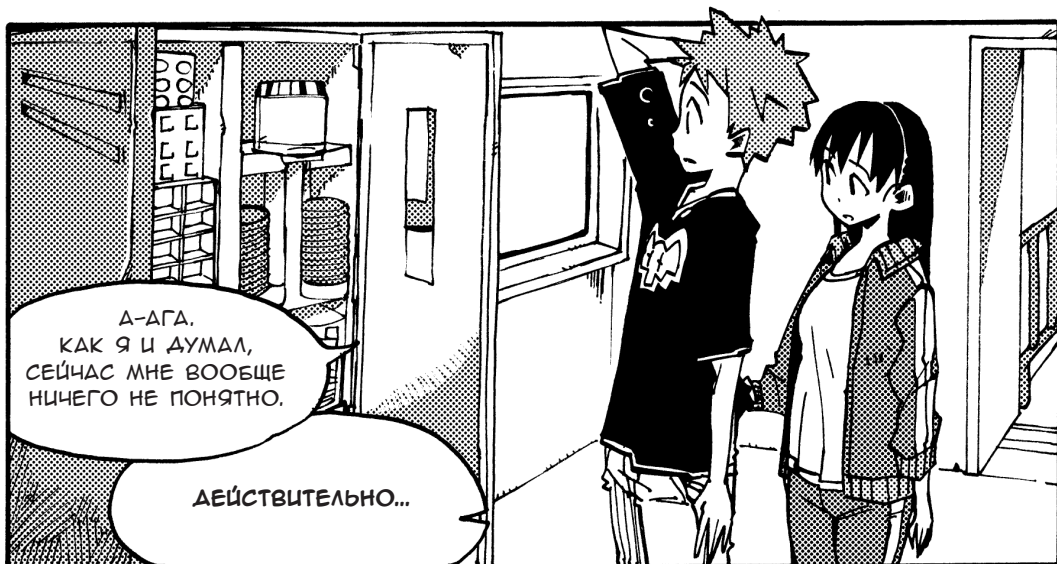














## Устройства коммутации

Мы используем самые разнообразные управляющие устройства: одни могут автоматически отдать приказ исполнительному механизму, другие – определить положение тела в пространстве.

Кнопочный выключатель – это устройство коммутации, при приведении которого в действие (нажатии) происходит замыкание внутренних контактов. Такие выключатели используются в управляющих устройствах для запуска и остановки работы электрических схем и исполнительных механизмов.

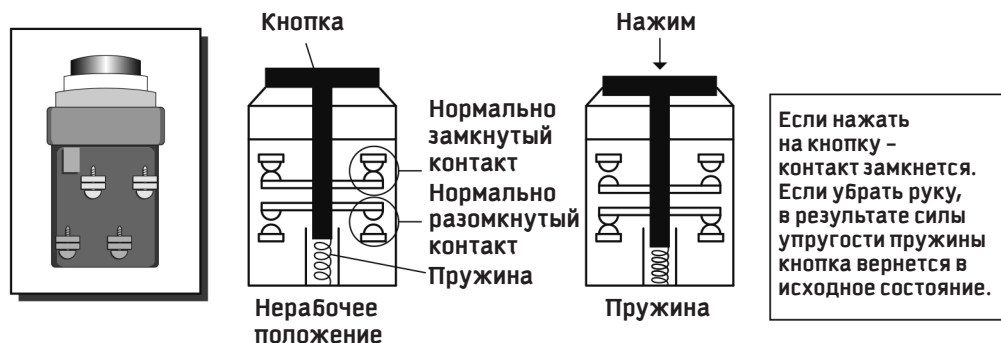


Схема 3.1. Устройство кнопочного выключателя

Условное графическое изображение выключателя отражает тип контактов кнопочного выключателя (нормально замкнутые или разомкнутые) и условное обозначение интерфейса устройства – необходимость нажать на кнопку.

Нормально разомкнутый контакт	Нормально замкнутый контакт

Схема 3.2. Обозначения контактов кнопочного выключателя



Способ взаимодействия пользователя с выключателем – его интерфейс – отражен специальными символическими обозначениями на условном графическом обозначении устройства. Согласно IIS условные обозначения различных переключателей выглядят следующим образом:


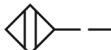
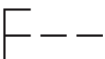
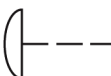
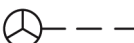
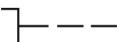
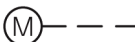
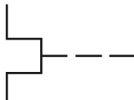
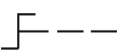

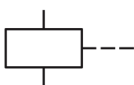
 Общее обозначение для ручного выключателя (без уточнения типа, может обозначать любой тип выключателя с механическим приведением в действие)	 Приводится в действие соприкосновением	 Приводится в действие электрическим таймером
 Приводится в действие нажатием	 Аварийный выключатель (типа «грибная шляпка»)	 Приводится в действие поворотной ручкой
 Приводится в действие движением на себя	 Приводится в действие электрическим двигателем	 Приводится в действие тепловым реле. Например, защита от перегрузки
 Приводится в действие перемещением рукоятки или рычага	 Приводится в действие кулачковым механизмом	 Приводится в действие электромагнитом (реле)

Схема 3.3. Условные графические обозначения интерфейсов переключателей

Рычажные или флажковые переключатели и клавишные выключатели (или тумблеры) используются в схемах управления для переключения направления течения тока, чтобы включать и выключать источник электричества и т. д. Эти устройства коммутации, управляемые вручную, на схемах обозначаются одним и тем же графическим символом.



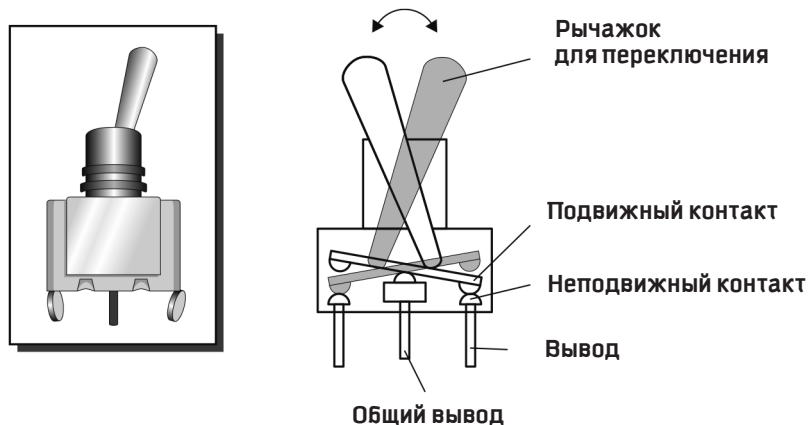


Схема 3.4. Внутреннее устройство флажкового переключателя

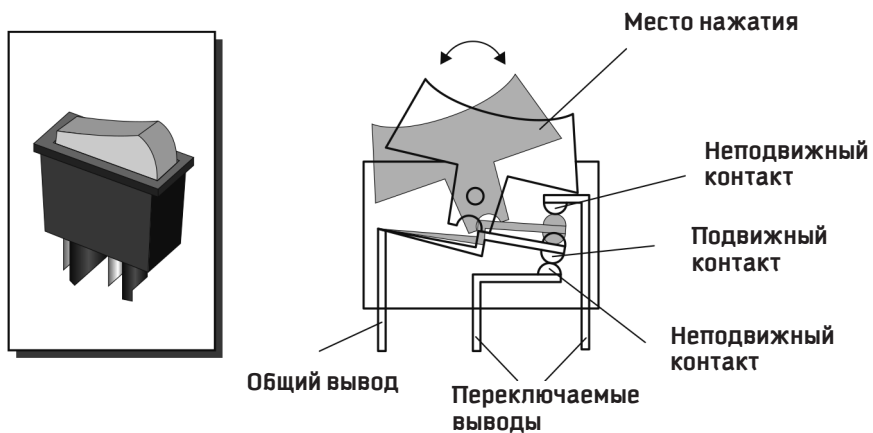


Схема 3.5. Внутреннее устройство перекидного переключателя (тумблера)

Нормально разомкнутый контакт	Нормально замкнутый контакт	Переключающий контакт

Схема 3.6. Условное обозначение флажковых и клавишных переключателей



Поворотные выключатели требуются в тех случаях, когда необходимо обеспечить неавтоматическое включение цепи, обеспечив надежное соединение.

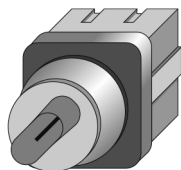


Схема 3.7. Поворотный переключатель

Нормально разомкнутый контакт	Нормально замкнутый контакт	Переключаемый контакт

Схема 3.8. Условное обозначение поворотных переключателей



#### Концевые выключатели или датчики прикосновения

Миниатюрные концевые выключатели и рычажные концевые выключатели фактически являются датчиками, отслеживающими положение тела в пространстве. Ролик и рычажок, которые соприкасаются с объектом, называются «приводные элементы». Когда приводной элемент соприкасается с телом, то контакты внутри замыкаются. В зависимости от предназначения и места установки датчика приводные элементы могут быть самой разной формы.

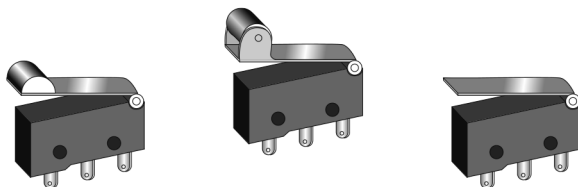


Схема 3.9. Миниатюрный быстродействующий концевой выключатель



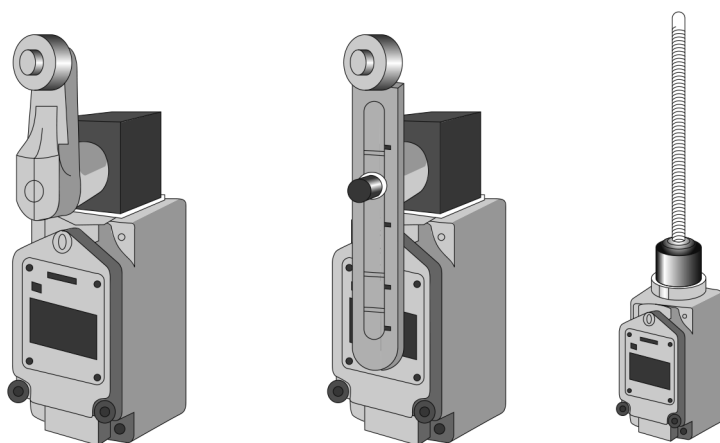


Схема 3.10. Рычажный концевой выключатель

Нормально разомкнутый контакт	Нормально замкнутый контакт	Переключаемый контакт
		

Схема 3.11. Условное обозначение миниатюрных и рычажных концевых выключателей

Оптоэлектронный переключатель – это ещё одна разновидность бесконтактных переключателей. Он не требует соприкосновения с объектом для отслеживания его позиции и состоит из излучателя и приемника (см. схему 3.12). Испускаемые излучателем видимые или невидимые (например, инфракрасные) лучи света регистрируются приемником, на основании чего датчик может определить наличие или отсутствие объекта.



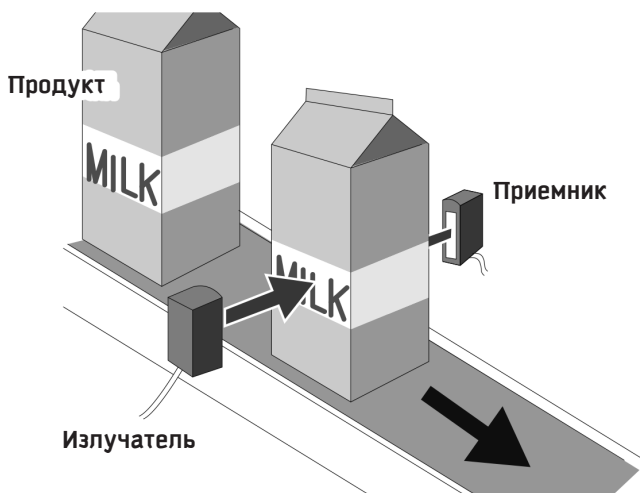


Схема 3.12. Оптоэлектронный переключатель

Нормально разомкнутый контакт	Нормально замкнутый контакт	Переключаемый контакт

Схема 3.13. Условное обозначение оптоэлектронных переключателей



## Исполнительные устройства

Электромагнитное реле – это исполнительное устройство, которое замыкает и размыкает контакты за счет силы, создаваемой электромагнитом. Электромагнитная сила способна управлять сразу несколькими контактами одновременно, поэтому это одно из чрезвычайно важных переключающих устройств в системах управления.

Электромагнитное реле состоит из катушки со стальным сердечником, которая превращается в электромагнит при подаче тока, и группы контактов, которые замыкаются или размыкаются, приводимые в действие подвижным сердечником электромагнита. Если подключить катушку к источнику электроэнергии, то ток создаст электромагнитную силу, контакты переместятся и замкнутся. Если отключить источник электричества, контакты вернутся в прежнее положение под действием силы упругости пружины.



Когда по катушке электромагнитного реле течет ток и создается магнитная сила, этот процесс называется «намагничивание». Если же отключить катушку от источника энергии, то магнитная сила исчезнет. Этот процесс называется «размагничиванием».

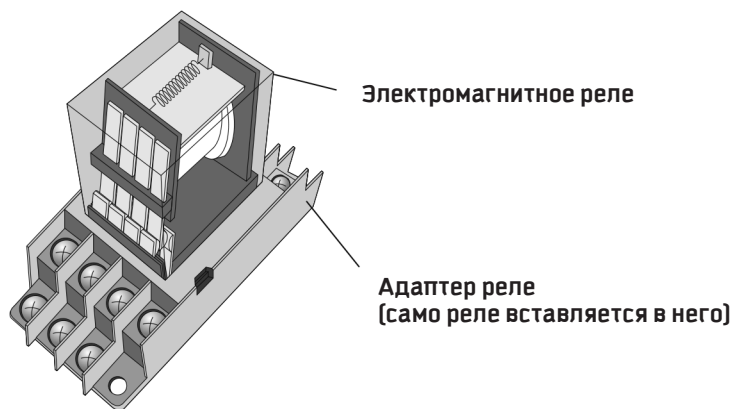


Схема 3.14. Электромагнитное реле

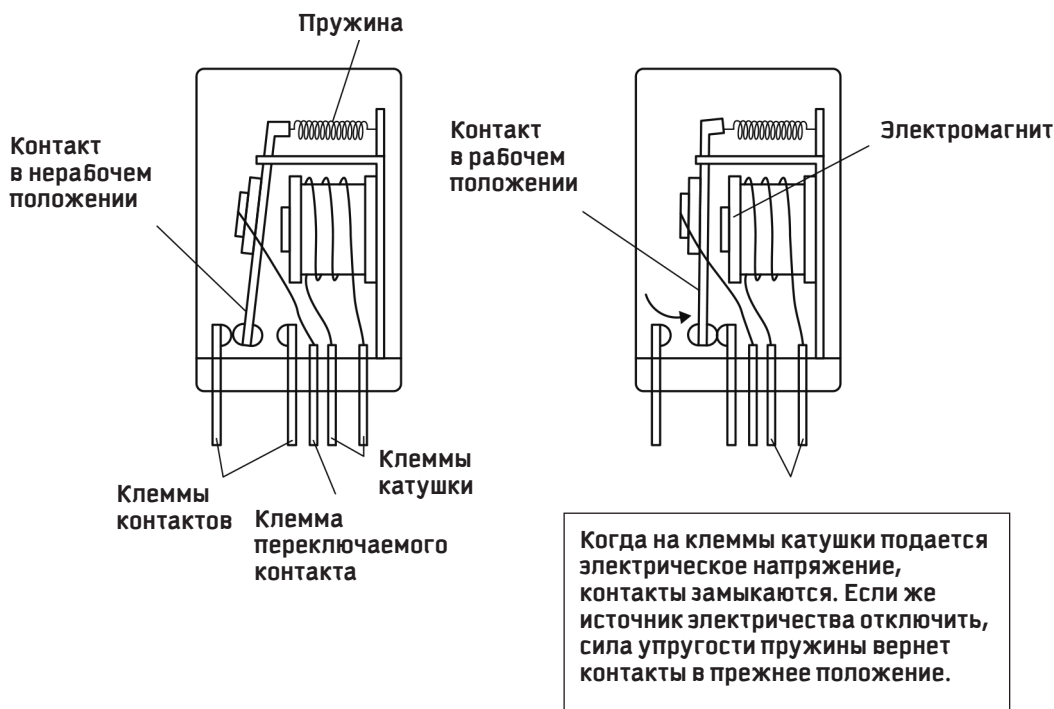


Схема 3.15. Устройство электромагнитного реле



Нормально разомкнутый контакт	Нормально замкнутый контакт	Катушка
		

Схема 3.16. Условное обозначение электромагнитных реле

Магнитный пускатель – это один из видов электромагнитных реле. В них используются контакты, которые могут пропускать большой ток. Используя пускатель, можно управлять устройствами, потребляющими большую мощность, например мощными электродвигателями. Магнитные пускатели часто применяются в схемах управления мощными электродвигателями.

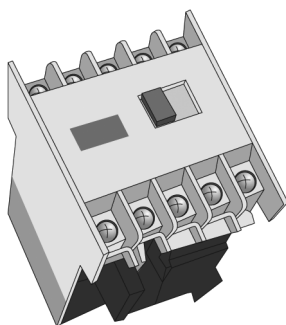


Схема 3.17. Электромагнитный контактор

Нормально разомкнутый контакт	Нормально замкнутый контакт	Катушка
		

Схема 3.18. Условное обозначение магнитных пускателей



Таймеры – это разновидность реле. Это управляющие устройства, контакты которых замыкаются и размыкаются в зависимости от времени. В обычных электромагнитных реле контактная группа приводится в движение в тот же момент, когда на катушку подаётся электрическое напряжение. В случае с таймером контактная группа приводится в движение только по истечении заданного времени. Есть несколько вариантов работы контактов таймеров.

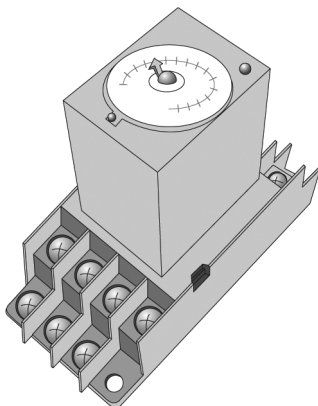


Схема 3.19. Таймер

В первом случае в катушке возникает напряжение, но контакты замыкаются только по прошествии заданного времени, а как только напряжение исчезает, то контакты сразу возвращаются в исходное положение. Такой таймер называется «таймер задержки включения».

Нормально разомкнутый контакт	Нормально замкнутый контакт	Катушка

Схема 3.20. Условное обозначение таймеров (таймеров задержки включения)

Во втором случае, как только на катушку подается напряжение, контакты немедленно замыкаются, но возвращаются в исходную позицию только по прошествии заданного времени после отключения катушки. Такой тип называется «таймер задержки выключения».



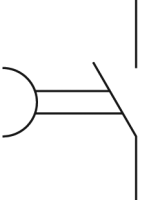
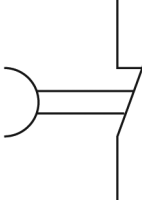
Нормально разомкнутый контакт	Нормально замкнутый контакт
	

Схема 3.21. Условное обозначение таймеров задержки выключения

В третьем случае и при включении таймера контакты замыкаются по прошествии заданного времени, и при отключении контакты возвращаются в исходное положение по прошествии времени задержки. Такой таймер называется «таймер задержки включения и выключения».

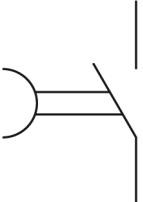
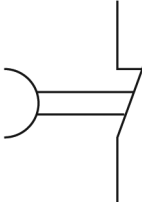
Нормально разомкнутый контакт	Нормально замкнутый контакт
	

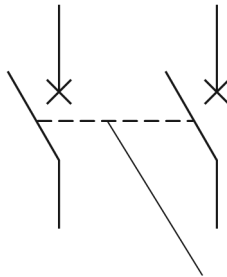
Схема 3.22. Условное обозначение таймеров задержки включения и выключения

Выключатель в литом корпусе называется «рубильник»; это исполнительное устройство, которое напрямую соединяется с источником электричества для системы. Это прибор, который защищает цепь от перегрузок и коротких замыканий. Когда в цепи возникает перегрузка и начинает течь слишком большой ток, выключатель автоматически размыкает внутренние контакты и прерывает ток. Кроме того, поднимая или опуская рычажок, можно вручную размыкать и замыкать контакты цепи.





Схема 3.23. Мощный выключатель в литом корпусе (рубильник)



**Пунктиром обозначено,  
что оба контакта замыкаются  
одновременно**

Схема 3.24. Условное обозначение мощных выключателей в литых корпусах  
(для случая выключателя на две фазы)

Согласно JJIS, на схематическом изображении контактов рубильника крестиком обозначается возможность автоматического размыкания контактов. Ниже в таблице приведены наиболее часто употребляемые обозначения типов контактов.











Название типа контакта	Характерный графический элемент	Пример использования
Обычный контакт	∩	
Контакт с автоматическим отключением	×	
Отсоединение провода	—	
Включение/выключение под нагрузкой	⊖	
Автоматическое разъединение реле или расцепляющего механизма	■	
Позиционный выключатель	▽	
Автоматическое возвращение в предыдущую позицию. Например, в случае пружины	◁	
Неавтоматическое возвращение в предыдущую позицию (удержание новой позиции)	○	

Схема 3.25. Таблица графических обозначений, характеризующих тип контакта





## Индикаторные и сигнальные устройства

Есть еще несколько видов устройств контроля для автоматических приборов. Широко используются такие устройства, как сигнальная лампа, которая светом сообщает об изменениях в работе схемы, и звуковая сигнализация, которая срабатывает во время опасности.

Сигнальная лампа – это индикаторное устройство, которое светом сообщает о движении, остановке, неисправности, включении механизма и т. д.

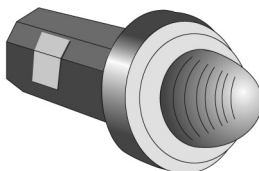


Схема 3.26. Сигнальная лампа

В зависимости от состояния устройства используются различные цвета сигнальной лампы. Например, при возникновении проблем загорается красный, во время нормальной работы горит зеленый, а в случае аномальной работы – желтый.

Таблица 3.1. Значение цветов сигнальных ламп

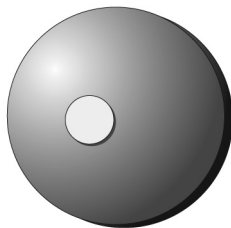
Цвет	Значение	Объяснение
Красный	Авария	Чрезвычайная ситуация
Желтый	Аномалия	Необычное состояние
Зеленый	Нормальная работа	Нормальное состояние



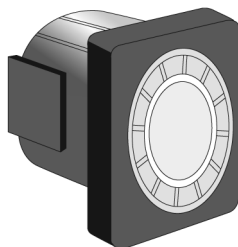
Схема 3.27. Условное обозначение сигнальной лампы



Электрический звонок и сигнализация – это два сигнальных устройства, которые оповещают людей об опасной или необычной ситуации.



*Схема 3.28. Электрический звонок*



*Схема 3.29. Сигнализация (для установки на монтажную панель)*

Электрический звонок	Сигнализация
	

*Схема 3.30. Условное обозначение электрического звонка и сигнализации*





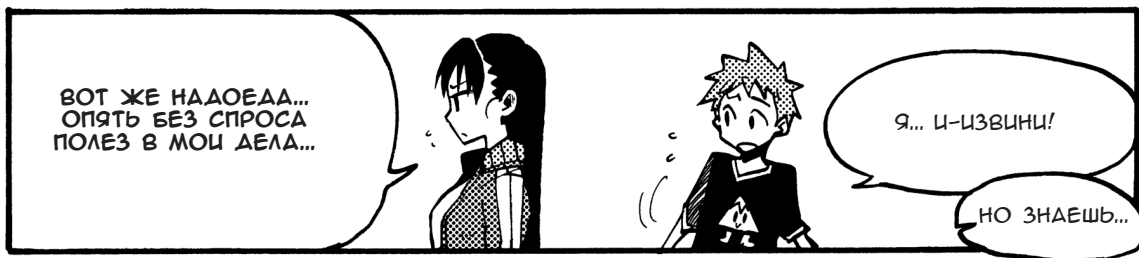
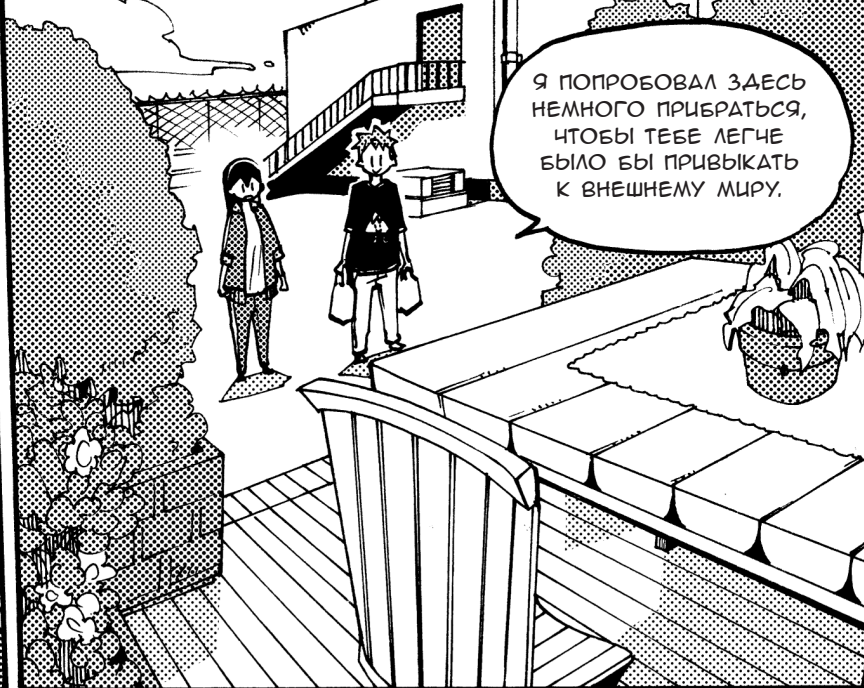
# ГЛАВА 4 ЭЛЕКТРОННЫЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ



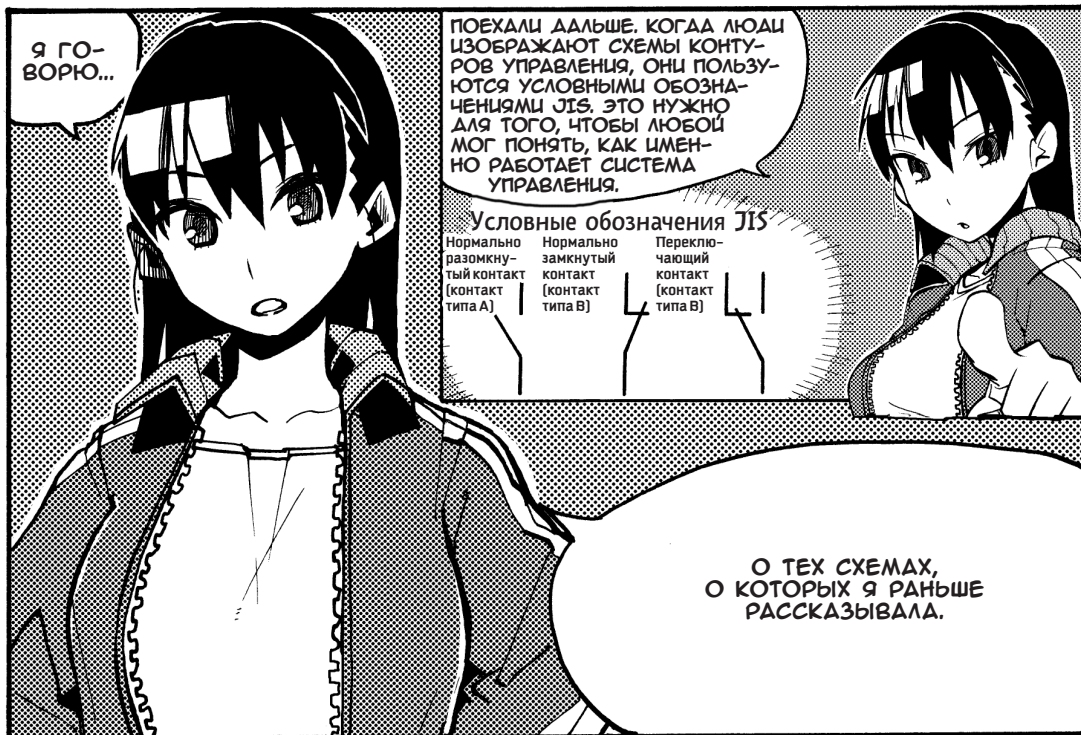
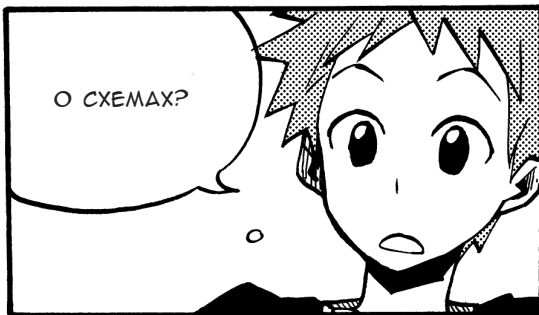
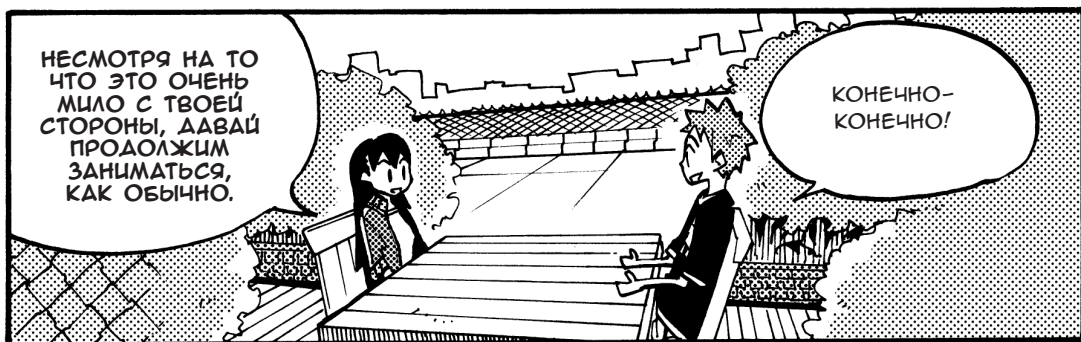














## ● Вертикальное и горизонтальное изображения

КОГАДА ТЫ БУДЕШЬ  
СОЗДАВАТЬ СХЕМЫ СИСТЕМ  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО  
УПРАВЛЕНИЯ, ТЕБЕ ПРИДЁТСЯ  
ЧЕРТИТЬ ИХ СОГЛАСНО  
УСТАНОВЛЕННОМУ ПОРЯДКУ,  
ЧТОБЫ КАЖДЫЙ МОГ  
РАЗОБРАТЬСЯ В ТОМ,  
КАК ЭТИ СИСТЕМЫ УСТРОЕНЫ.



ЕСТЕСТВЕННО, ЕСТЬ  
ПРАВИЛА ЧЕРЧЕНИЯ,  
ДА?

СКРИП  
МАРКЕРА

АГА.



ПРИ ИЗОБРАЖЕНИИ  
СХЕМЫ ОБЫЧНОГО  
ЭЛЕКТРОННОГО  
УСТРОЙСТВА ИЗО-  
БРАЖАЮТСЯ ИСТОЧ-  
НИК ЭЛЕКТРИЧЕСТВА,  
ВКЛЮЧАТЕЛЬ, ПОТРЕ-  
БИТЕЛИ ЭЛЕКТРО-  
ЭНЕРГИИ. ПОЛУЧАЕТСЯ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ  
ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ  
СХЕМА.

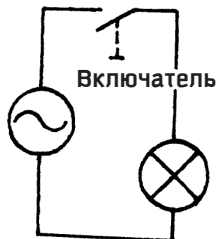
УГУ...

ПРИ ИЗОБРАЖЕНИИ  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГРА-  
ФИЧЕСКИЙ СИМВОЛ ИСТОЧ-  
НИКА ПИТАНИЯ ОПУСКАЕТСЯ.  
МЕЖДУ НАРИСОВАННЫМИ ПА-  
РАЛЛЕЛЬНО ЛИНИЯМИ ЭЛЕКТРО-  
ПОПИТАНИЯ ИЗОБРАЖАЮТСЯ  
ВЫКЛЮЧАТЕЛИ И ПОТРЕБИ-  
ТЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

ПРИМЕРНО  
ВОТ ТАК.

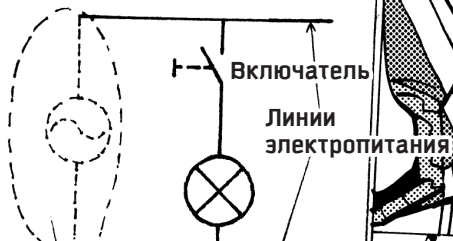


Обычная электрическая  
схема



Источник  
электричества

Схема системы  
управления

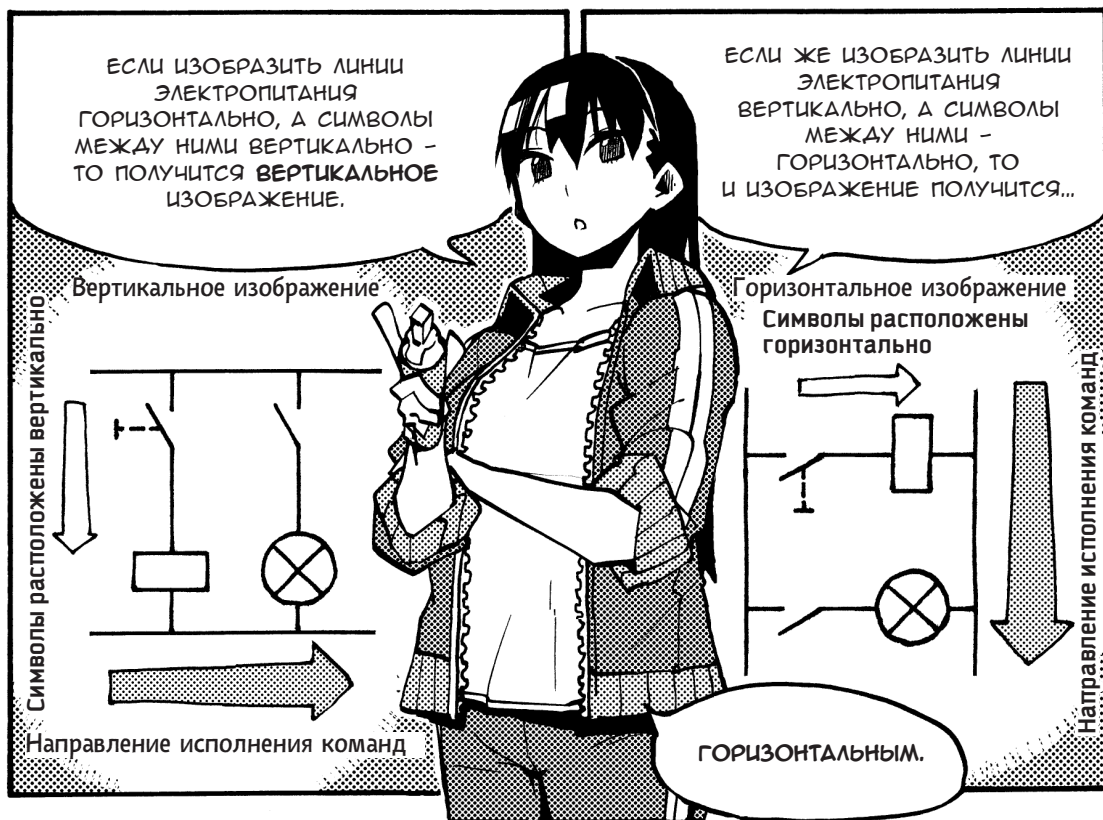


Линии  
электропитания

Потребитель  
электроэнергии

Источник электричества  
на схеме опускается

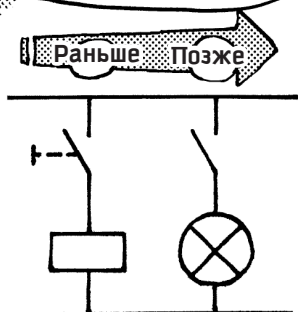




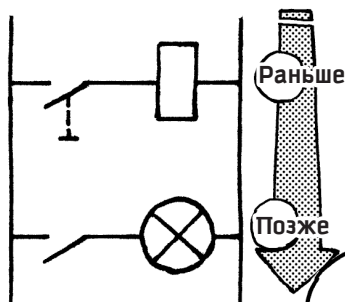


ПРИ ВЕРТИКАЛЬНОМ  
ИЗОБРАЖЕНИИ ВСЕ  
УСТРОЙСТВА РАСПОЛОЖЕНЫ  
В ПОРЯДКЕ ОЧЕРЕДНОСТИ  
ДЕЙСТВИЯ СЛЕВА НАПРАВО...

А В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ  
СХЕМАХ ОНИ  
РАСПОЛОЖЕНЫ СВЕРХУ  
ВНИЗ, ТОЖЕ В ПОРЯДКЕ  
ОЧЕРЕДНОСТИ  
ДЕЙСТВИЯ.



Вертикальное изображение



Горизонтальное изображение

И ЗА ОЧЕРЕДНОСТЬЮ  
ПРИХОДИТСЯ СЛЕДИТЬ,  
ДА?

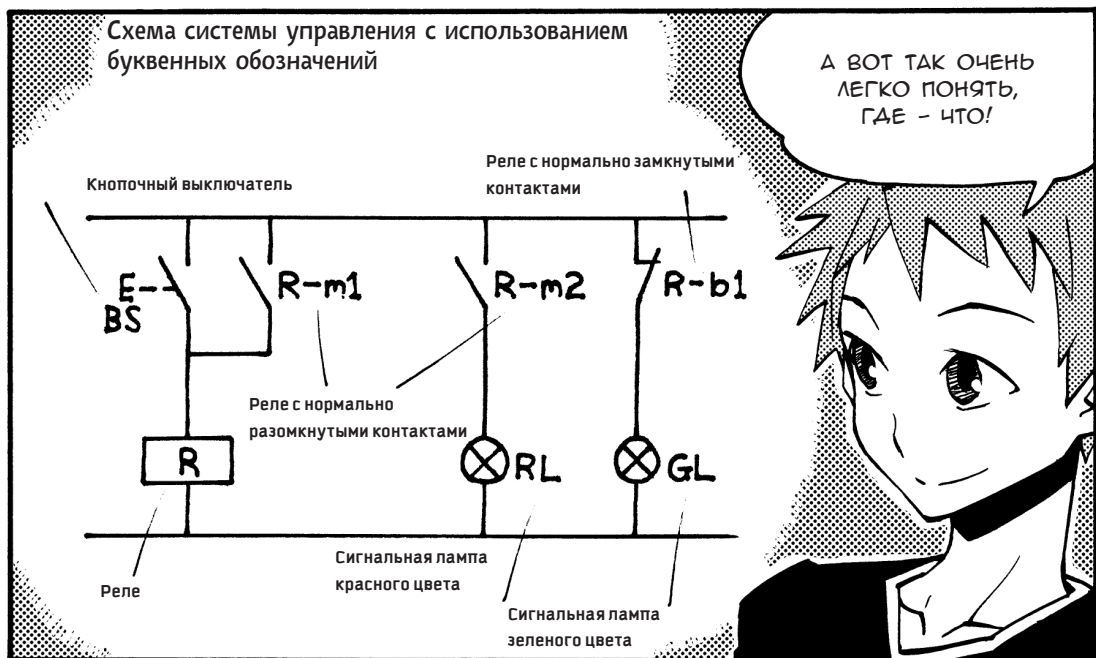
КРОМЕ ТОГО, ОБЯЗА-  
ТЕЛЬНО ИЗОБРАЖАТЬ  
КОНТАКТЫ В НЕАКТИВ-  
НОМ СОСТОЯНИИ, А ДЛЯ  
КОНТАКТОВ УПРАВЛЯ-  
ЮЩИХ УСТРОЙСТВ ИСПОЛЬЗОВАТЬ УСЛОВ-  
НЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ,  
ПРИНЯТЫЕ IEC.

А ИСПОЛЬЗОВАТЬ  
ПРОИЗВОЛЬНЫЕ  
ОБОЗНАЧЕНИЯ  
ЗАПРЕЩЕНО?

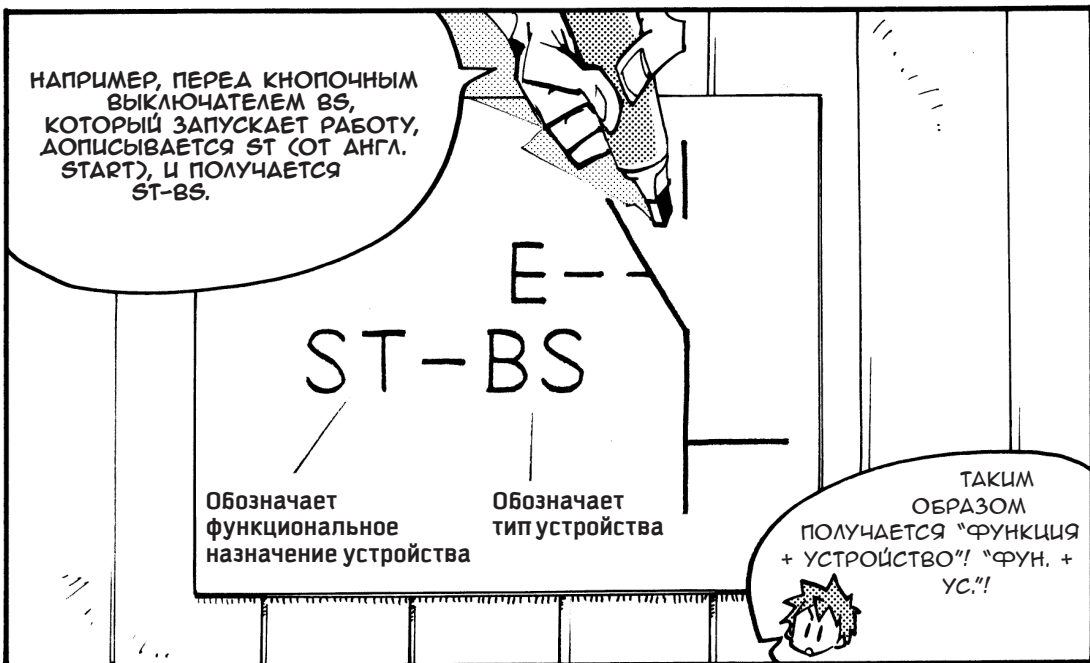
А ЖАЛЬ!

ОТ ТВОИХ КАРАКУЛЕЙ  
МОЖНО С УМА  
СОЙТИ...











● Как обозначать места соединения, и как они выглядят на самом деле

НА СХЕМАХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЕСТЬ МНОГО МЕСТ, ОБОЗНАЧАЮЩИХ ПОДКЛЮЧЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ К ИСТОЧНИКУ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА.

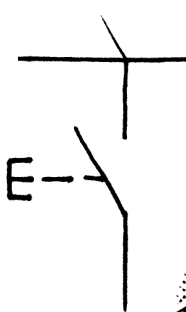
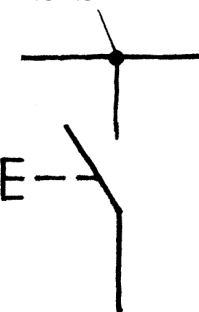


ЕСТЬ ДВА СПОСОБА ОБОЗНАЧАТЬ МЕСТА СОЕДИНЕНИЯ. ПЕРВЫЙ - ВЫДЕЛИТЬ ЕГО ЖИРНОЙ ТОЧКОЙ.

ВТОРОЙ - НАРИСОВАТЬ ЕГО В ФОРМЕ БУКВЫ "Т".

Обозначение точкой

Т-образное обозначение



И МОЖНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ЛЮБОЙ ВАРИАНТ?

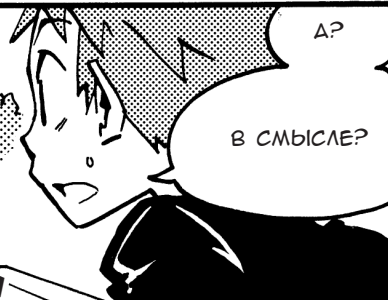


ДА. НО ВАЖНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ НА ВСЕЙ СХЕМЕ ОДИН И ТОТ ЖЕ ВАРИАНТ.

НА САМОМ ДЕЛЕ МЕСТА СОЕДИНЕНИЯ НА СХЕМАХ СОВЕРШЕННО ОТЛИЧАЮТСЯ ОТ ТОГО, КАК ВЫГЛЯДЯТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В РЕАЛЬНОСТИ.



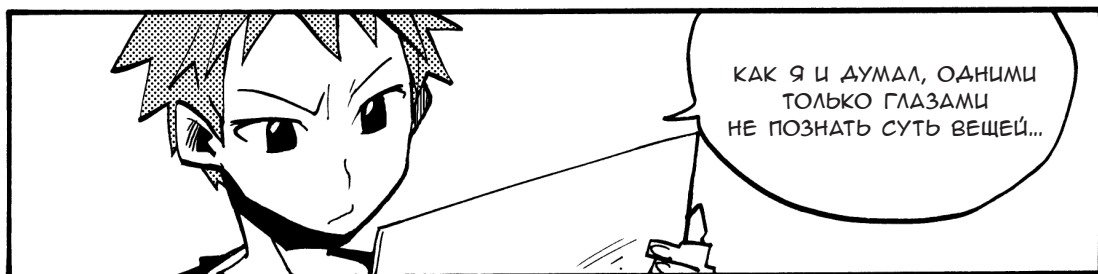
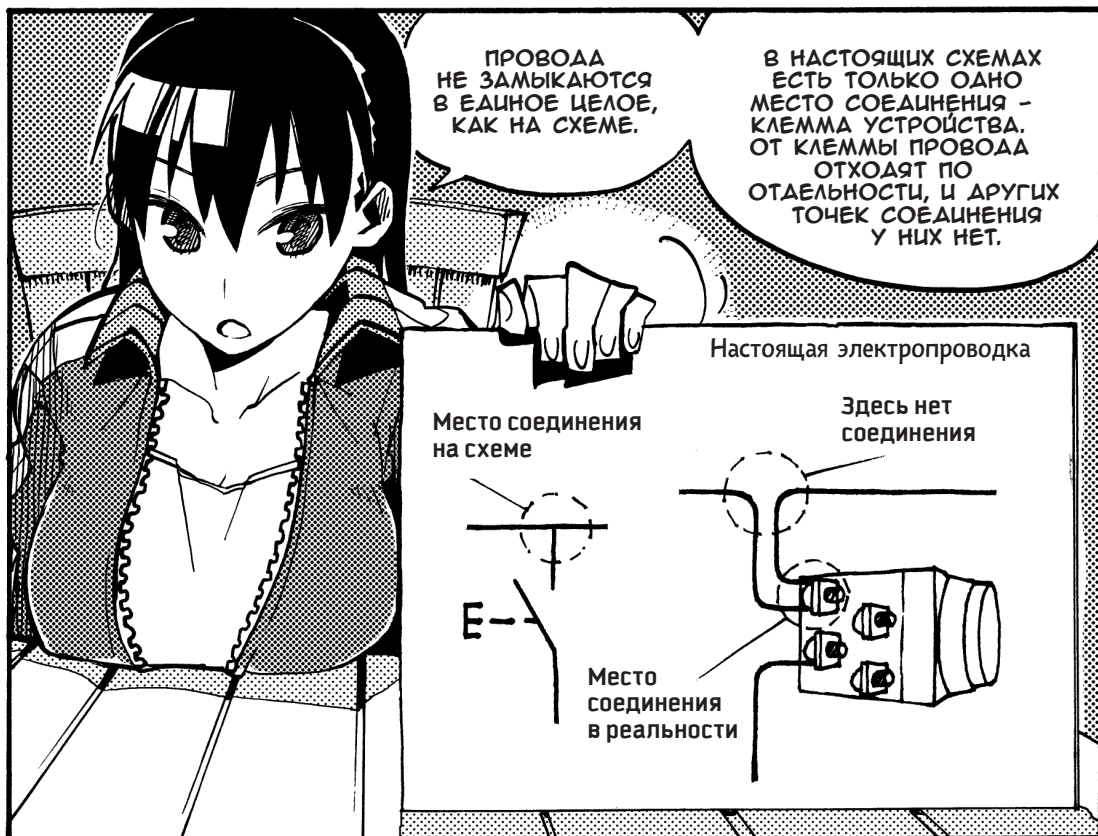
СКРИП  
МАРКЕРА



А?

В СМЫСЛЕ?





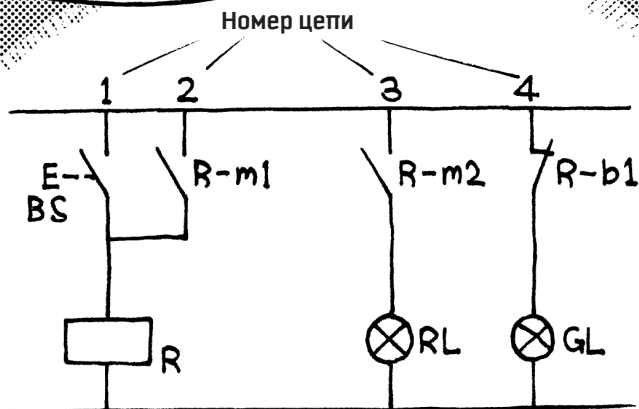






ДЛЯ НУМЕРАЦИИ ЦЕПЕЙ КАЖДОЙ ТОЧКЕ РАЗВЕТВЛЕНИЯ СХЕМЫ ПРИСВАИВАЕТСЯ НОМЕР.

НОМЕР ЦЕПИ ДОБАВЛЯЕТСЯ К К НОМЕРАМ КОНТАКТОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РЕЛЕ ИЛИ ДРУГИХ УСТРОЙСТВ, ОПРЕДЕЛЯЯ ИХ РАСПОЛОЖЕНИЕ.



Номер цепи

R	2
R-m2	3
R-m1	4

ЦЕПИ НУМЕРУЮТСЯ И ПОДПИСЫВАЮТСЯ ВОТ ТАКИМ ОБРАЗОМ.

ТЕПЕРЬ, КОГДА СХЕМА ПРОНУМЕРОВАНА, ЧИТАТЬ ЕЕ КУДА ЛЕГЧЕ!

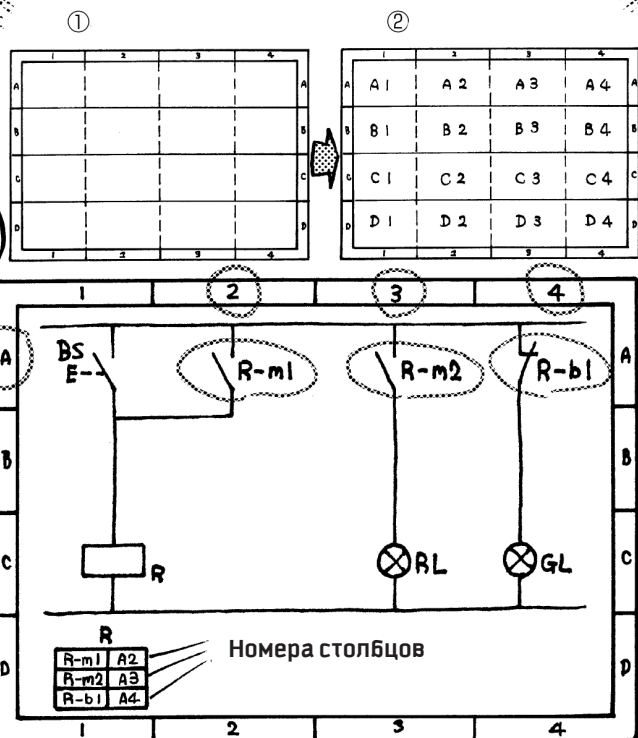
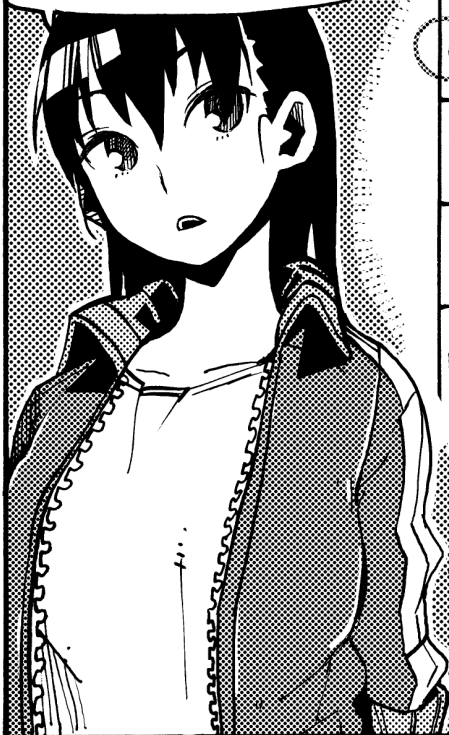
ПОКИВАЛА



Разбиение схемы на блоки

СХЕМА КОНТУРА  
УПРАВЛЕНИЯ РАЗДЕЛЯЕТСЯ  
ПО ВЕРТИКАЛИ И  
ГОРИЗОНТАЛИ НА ЧЕТНОЕ  
КОЛИЧЕСТВО ЯЧЕЕК.

СТРОКАМ  
ПРИСВАИВАЮТСЯ  
СИМВОЛЫ ЛАТИНСКОГО  
АЛФАВИТА,  
А СТОЛБЦАМ - ЦИФРЫ.



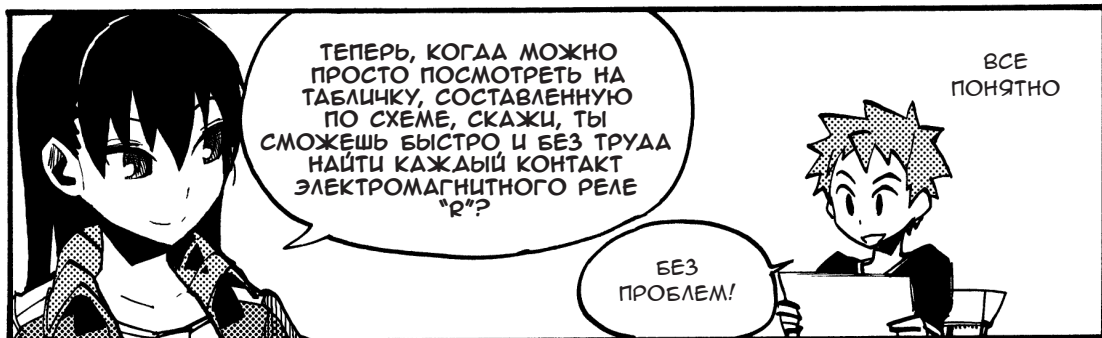
ТЕПЕРЬ  
СХЕМУ ЛЕГКО ЧИТАТЬ: ЧТОБЫ  
ОПРЕДЕЛИТЬ РАСПОЛОЖЕНИЕ ТОЙ ИЛИ  
ИНОЙ ДЕТАЛИ, МЫ ИСПОЛЬЗУЕМ БУКВУ  
СТРОКИ И НОМЕР СТОЛБЦА, В КОТОРЫХ  
ЭТА ДЕТАЛЬ НАХОДИТСЯ. ТАК МЫ ПОЛУЧАЕМ  
УКАЗАТЕЛЬ НА РАСПОЛОЖЕНИЕ ДЕТАЛИ  
В МАТРИЦЕ КОМПОНЕНТОВ СХЕМЫ.

СХЕМА СТАЛА ПОХОЖА НА  
ГЕОГРАФИЧЕСКУЮ КАРТУ.

АГА!













## ГЛАВА 4 ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

### Основы схемотехники систем последовательного управления

Необходимо чертить схемы систем последовательного управления, следуя установленным правилам, чтобы любой человек, глядя на схему, мог понять, что именно изображено. Обычно схемы устройств последовательного управления изображают таким образом: сначала чертят две параллельные шины питания, между которыми располагают устройства, обозначенные условными графическими символами, установленными IIS. Если символы устройств ориентированы вертикально, такое изображение будет называться вертикальным, если же они расположены горизонтально – горизонтальным. При вертикальном изображении подключаемые устройства располагаются снизу, при горизонтальном – справа.

В случае вертикального изображения устройства расположены в порядке их действия слева направо, а в случае горизонтального – сверху вниз.

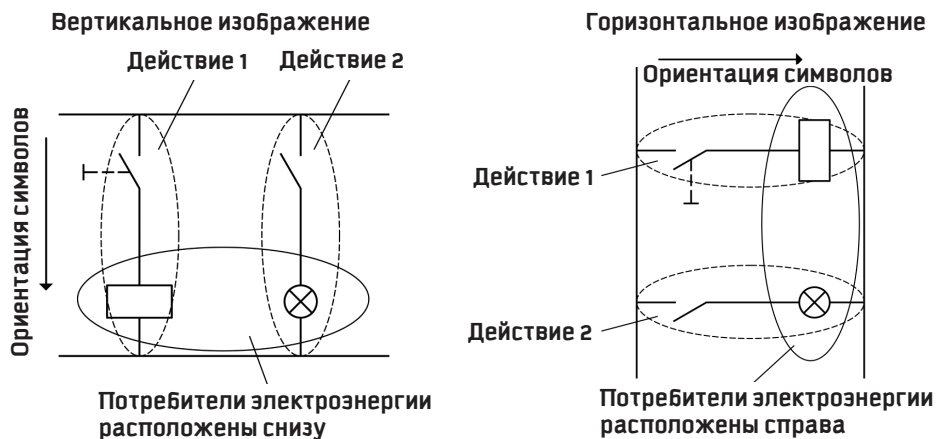


Схема 4.1. Вертикальное и горизонтальное изображения схем

### Схемы и символьные обозначения

В схемах устройств последовательного управления используются многочисленные виды контактных элементов и управляющих устройств, и, просто посмотрев на схему, сложно понять ее содержание. Поэтому используются буквенные обозначения для устройств и их функций.



Обычно символьные обозначения применяются согласно решению JEМА (Японской ассоциации производителей электрооборудования) в соответствии со стандартом JEM.

Например, разберем случай кнопочного выключателя, который запускает работу. Его функция (запуск) обозначается буквами ST (от англ. Start), а само устройство – кнопочный выключатель – буквами BS (от англ. Button Switch). Если эти обозначения поставить рядом, получится символьное обозначение устройства ST-BS.

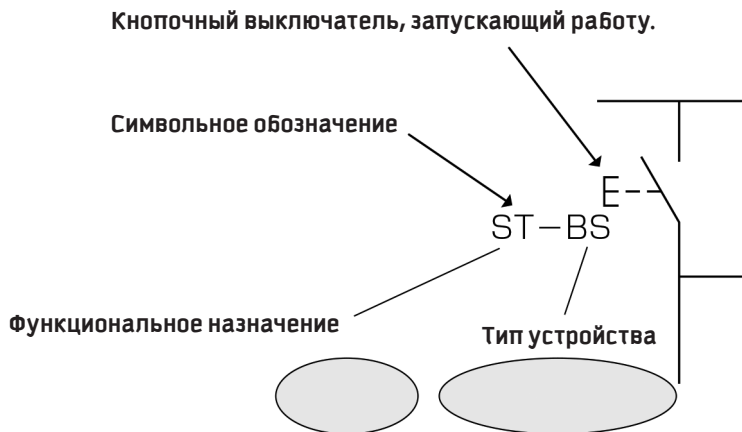


Схема 4.2. Кнопочный выключатель и его символьное обозначение на схеме

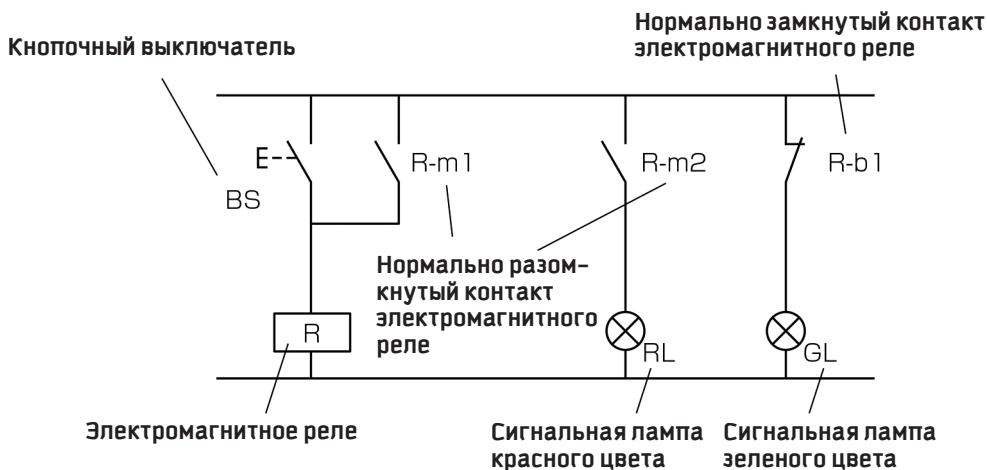


Схема 4.3. Схема системы управления, в которой используются символьные обозначения



Если на одной схеме используется несколько однотипных устройств, им присваивают номера. Например, если используются три электромагнитных реле, их обозначат как R1, R2, R3, а их контакты – как R1-m1, R2-m1, R3-m1.

**Таблица 4.1.** Кодирование функционального назначения компонентов  
Стандарт JEM японской ассоциации производителей электрооборудования (JEMA)

Символьное обозначение	Функциональное назначение	По-английски
AUT	Автоматический	Automatic
MAN	Ручной	Manual
OP	Открыть	Open
CL	Закрыть	Close
U	Вверх	Up
D	Вниз	Down
FW	Вперед	Forward
BW	Назад	Backward
F	Вперед	Forward
R	Изменить направление на противоположное	Reverse
R	Направо	Right
L	Налево	Left
H	Выше	High
L	Ниже	Low
OFF	Выключить	Off
ON	Включить	On
ST	Старт	Start
STP	Стоп	Stop
RUN	Запуск	Run
ICH	Прокручивание	Inching
RST	Перезапуск	Reset
C	Управление	Control
OPE	Приведение в действие	Operation
B	Прерывание	Breaking
CO	Переключение	Change-over
HL	Удержание	Holding
R	Запись	Recording
IL	Блокировка	Interlocking



**Таблица 4.2.** Символьные обозначения устройств  
Стандарт JEM Японской ассоциации производителей электрооборудования (JEMA)

Символьное обозначение	Название компонента	По-английски
AM	Амперметр	Ammeter
AXR	Вспомогательное реле	Auxiliary Relay
BL	Электрический звонок	Bell
BS	Кнопочный переключатель	Button Switch
BZ	Сигнализация	Buzzer
CB	Автомат-выключатель	Circuit-Breaker
COS	Рубильник	Change-over Switch
cs	Управляющий переключатель	Control Switch
ELCB	УЗО с автоматом защиты	Earth leakage Circuit-breaker
F	Плавкий предохранитель	Fuse
FLTS	Поплавковый выключатель	Float Switch
G	Генератор	Generator
GL	Зеленая сигнальная лампа	Signal Lamp Green
IM	Асинхронный двигатель	Induction Motor
KS	Ножевой выключатель	Knife Switch
LS	Концевой выключатель	Limit Switch
M	Двигатель	Motor
MC	Электромагнитный контактор	Electromagnetic contactor
MCCB	Мощный автомат-выключатель	Molded-case Circuit-breaker
MS	Электромагнитный переключатель	Electromagnetic Switch
PHOS	Фотоэлектрический переключатель	Photoelectric Switch
PROS	Бесконтактный переключатель	Proximity Switch
PRS	Мембранный выключатель	Pressure Switch
R	Электромагнитное реле	Relay
R	Резистор	Resistor
RL	Красная сигнальная лампа	Signal Lamp Red
RS	Поворотный выключатель	Rotary Switch
STR	Пусковой реостат	Starting Resistor
TC	Расцепляющая катушка	Trip Coil
TGS	Двухпозиционный переключатель	Toggle Switch
THR	Тепловое реле	Thermal Relay
THS	Термовыключатель	Thermo Switch
TLR	Таймер, реле с выдержкой времени	Time-lag Relay
VM	Вольтметр	Voltmeter
VR	Резистор переменного сопротивления	Variable Resistor
WM	Ваттметр	Wattmeter



## ● Нумерация клемм устройств

Контакты электромагнитных реле довольно многочисленны. Если пронумеровать клеммы устройств в тех местах, где они подключаются к электропроводке, работа пройдет успешнее. Нумерация также поможет избежать ошибок. Кроме того, упростится ремонт и обслуживание.

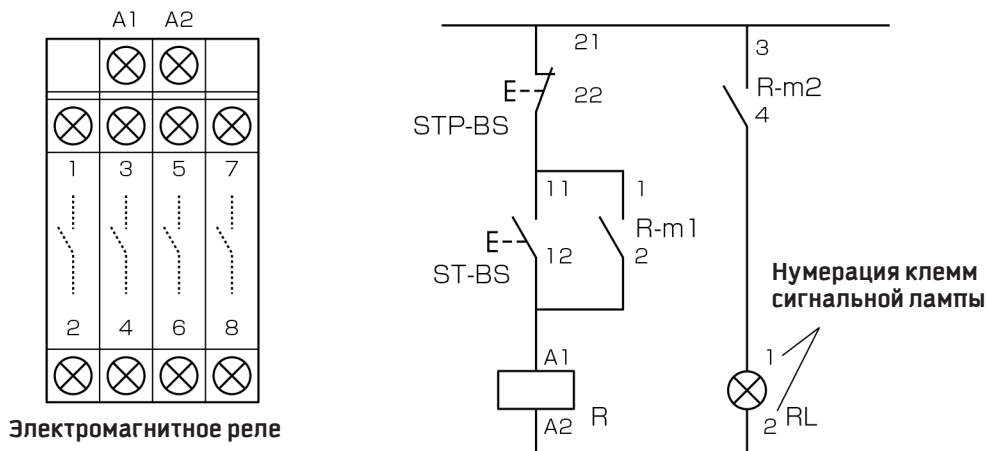


Схема 4.4. Схема системы управления с пронумерованными клеммами

## ● Улучшение читаемости схем систем последовательного управления

Когда в схеме системы последовательного управления задействовано большое количество различных устройств, поиск необходимых компонентов или контактов превращается в тяжелый труд. В таких случаях в схеме используют систему указателей, которая значительно облегчает поиски. Есть два вида указателей: нумерация контуров и дробление схемы.

При использовании нумерации цепей в каждом месте разветвления схемы добавляется индивидуальный номер, который заносится в табличку. Получается, что у каждого контакта реле и т. д. появляется дополнительный номер, указывающий на цепь, в которой используется этот компонент.



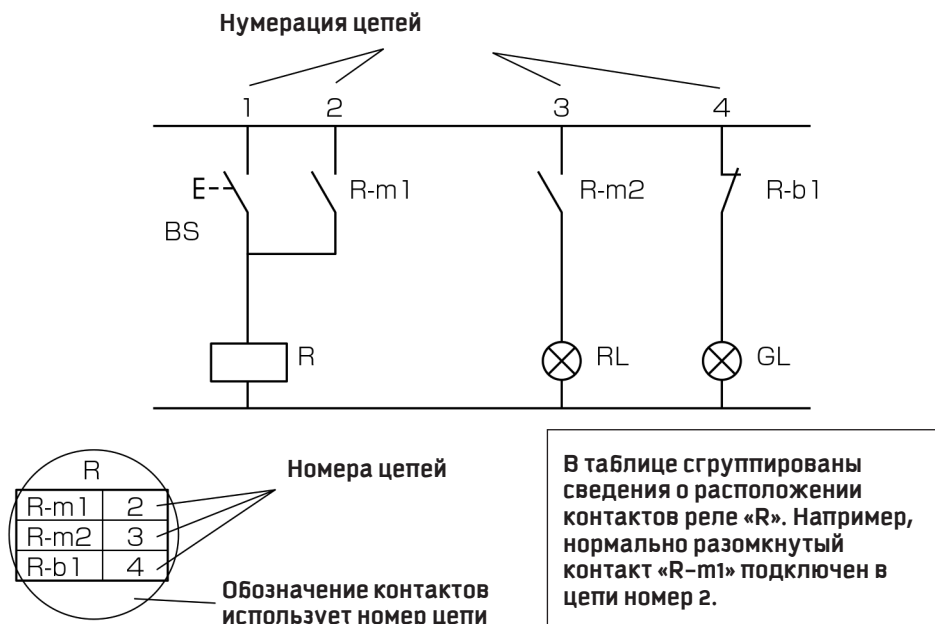


Схема 4.5. Использование в схеме нумерации цепей

При использовании координатного указателя схема разделяется координатной сеткой по горизонтали и вертикали, и номера ячеек, содержащих, к примеру, контакты реле, выписываются в табличку.

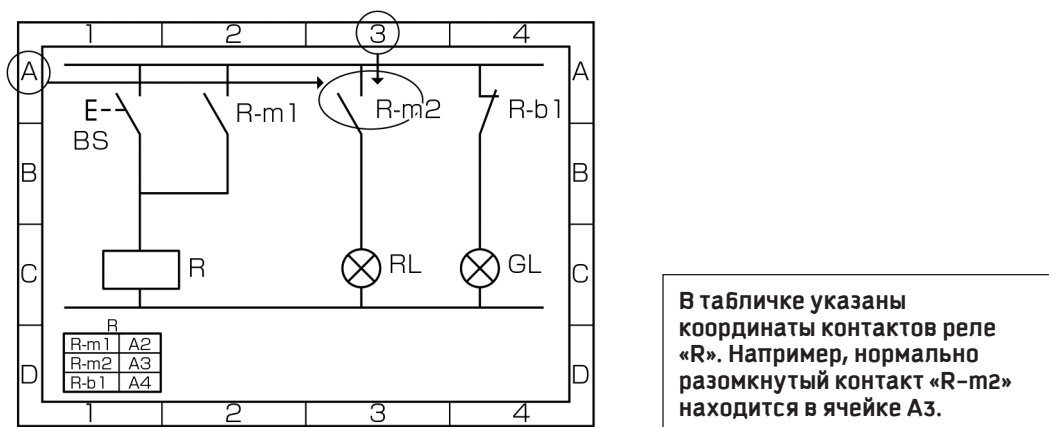


Схема 4.6. Использование координатных блоков



## Как читать схемы систем управления

При чтении схем систем последовательного управления необходимо знать используемые условные графические обозначения и основные правила черчения подобных схем. Просто глядя на графический символ, вы можете представить себе устройство и понять работу системы или модуля.

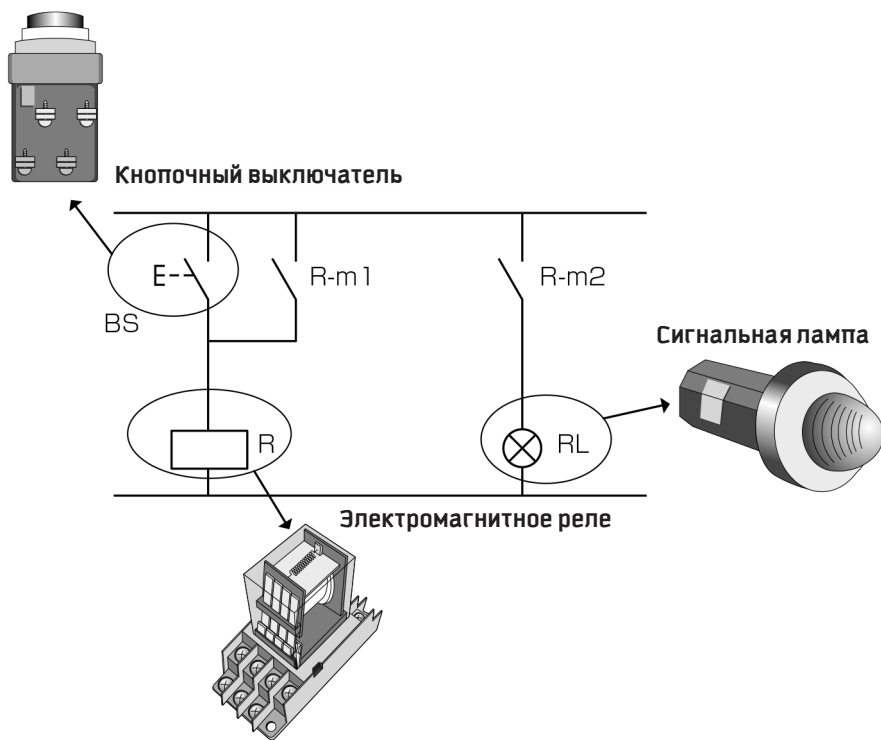
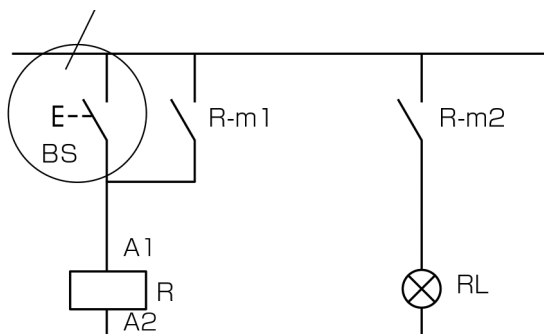


Схема 4.7. Как, рассматривая схему, представлять устройства

Кроме того, изучая схемы на практике, первое и самое главное, на что надо смотреть, – очередность выполнения действий. Например, при вертикальном изображении схемы действия начинают выполняться по очередности слева направо, поэтому с самого начала надо обратить внимание на левый верхний край схемы.



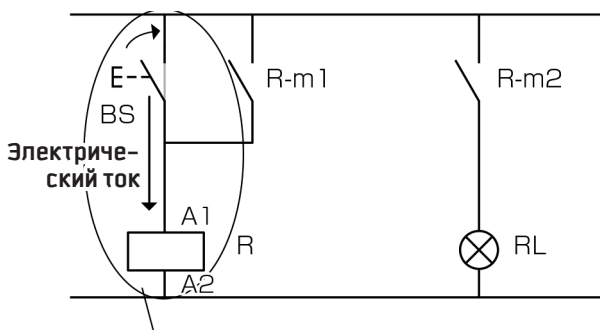
Первым делом надо  
смотреть вот сюда



Согласно основным правилам, устройства, которые первые начинают работу, расположены на схеме системы последовательного управления в левом верхнем углу.

Схема 4.8. Как читать схемы: часть 1

Посмотрев на схему 4.8, мы понимаем, что в левом верхнем углу расположен нормально разомкнутый контакт кнопочного выключателя. Теперь подумаем о том, что произойдет, если нажать на этот выключатель.

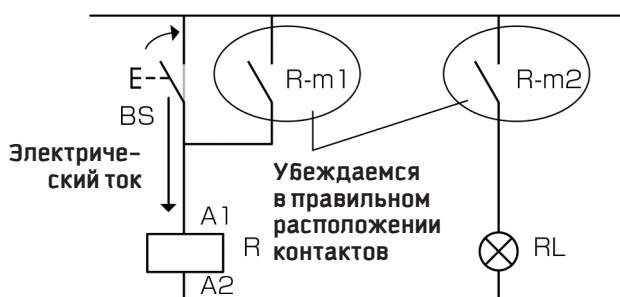


Если нажать на кнопочный выключатель «BS», по катушке электромагнитного реле потечет ток, и реле переключится

Схема 4.9. Как читать схемы: часть 2

Мы понимаем, что когда на кнопочный выключатель нажимают, по катушке электромагнитного реле начинает течь ток, и реле переключается. Если схема будет упорядочена с помощью системы указателей, которая будет указывать на контакты реле, то мы с легкостью сможем определить местонахождение любых контактов.





**Убедившись, что мы правильно определили расположение контактов реле на схеме, подумаем о том, что случится в результате того, что контакты замкнутся**

*Схема 4.10. Как читать схемы: часть 3*

Обнаружив контакты электромагнитного реле на схеме, подумаем о том, как потечет ток после того, как контакты замкнутся, и к чему это приведет. Легко заметить, что после того, как в этой цепи замкнутся нормально разомкнутые контакты «R-m2», загорится сигнальная лампа «RL». Главное правило чтения схем систем последовательного управления – читать их в правильном порядке. Читая схему по правилам, можно с легкостью понять её работу и очередность включения составляющих её компонентов.

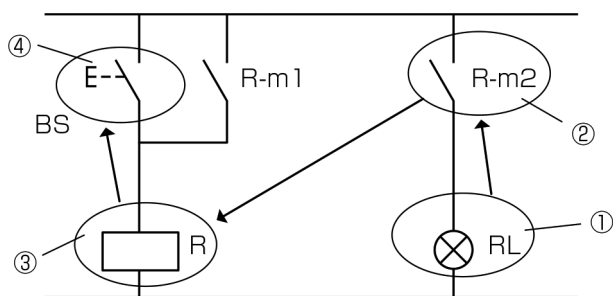


### **Как найти причину неисправности, используя схему системы последовательного управления**

В случае если в системе последовательного управления возникает неисправность, рассматривая её схему и отслеживая по ней порядок действия устройств от конца к началу, можно в известной степени определить причины неисправности.

Например, в случае если сигнальная лампа «RL» (1) не зажигается, с самого начала необходимо проверить лампу на работоспособность. Если лампа в порядке, следующим шагом надо обратить внимание на контакт (2), включающий и выключающий лампу. Этот контакт является нормально разомкнутым контактом электромагнитного реле «R» (3), поэтому следующим шагом проверяется работоспособность самого реле. Если и в работе реле нет отклонений, тогда проверяем контакты кнопочного выключателя (4), который включает реле.





1. Проверим сигнальную лампу «RL».
2. Проверим контакт «R-m2».
3. Проверим электромагнитное реле «R».
4. Проверим кнопочный выключатель «BS».

Схема 4.11. Как найти причину неисправности

В простых системах легко найти причину неисправности, в каком бы порядке не рассматривать работу устройств, однако в случае более сложных систем управления с большим количеством компонентов следует строго придерживаться заданного порядка.



# ГЛАВА 5

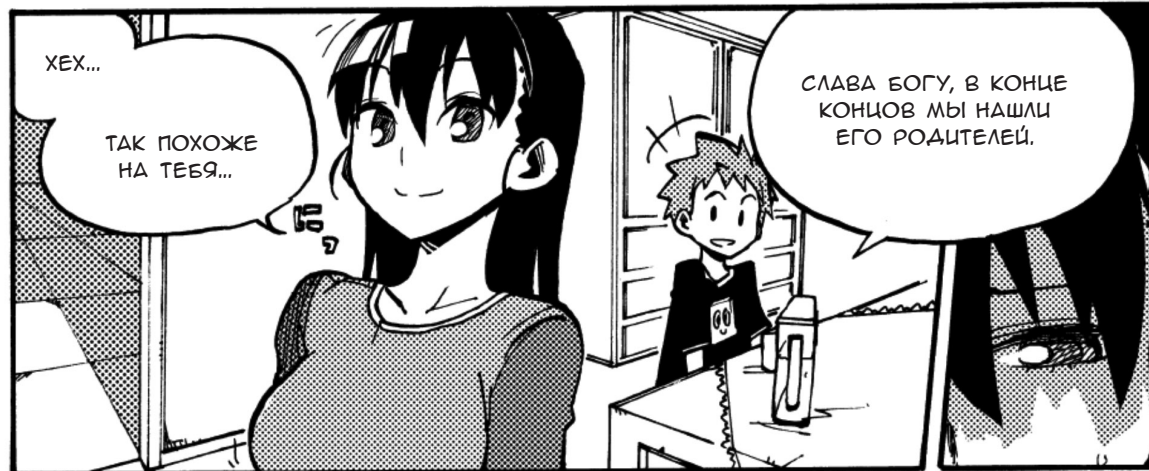
## КОНТАКТЫ И ЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ



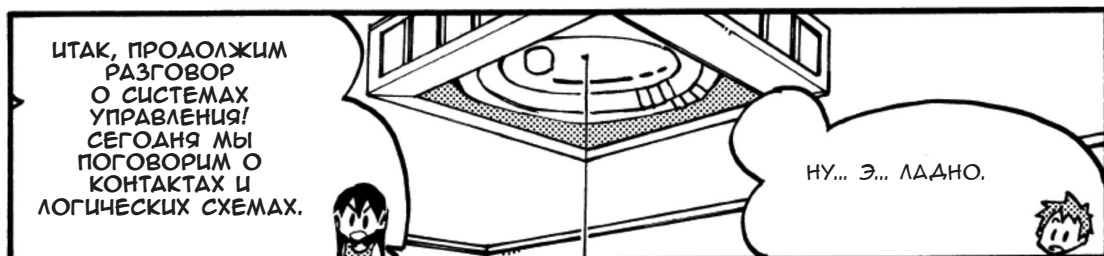






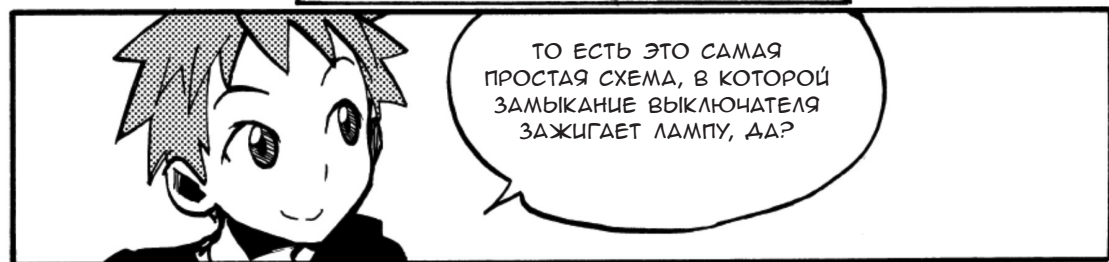




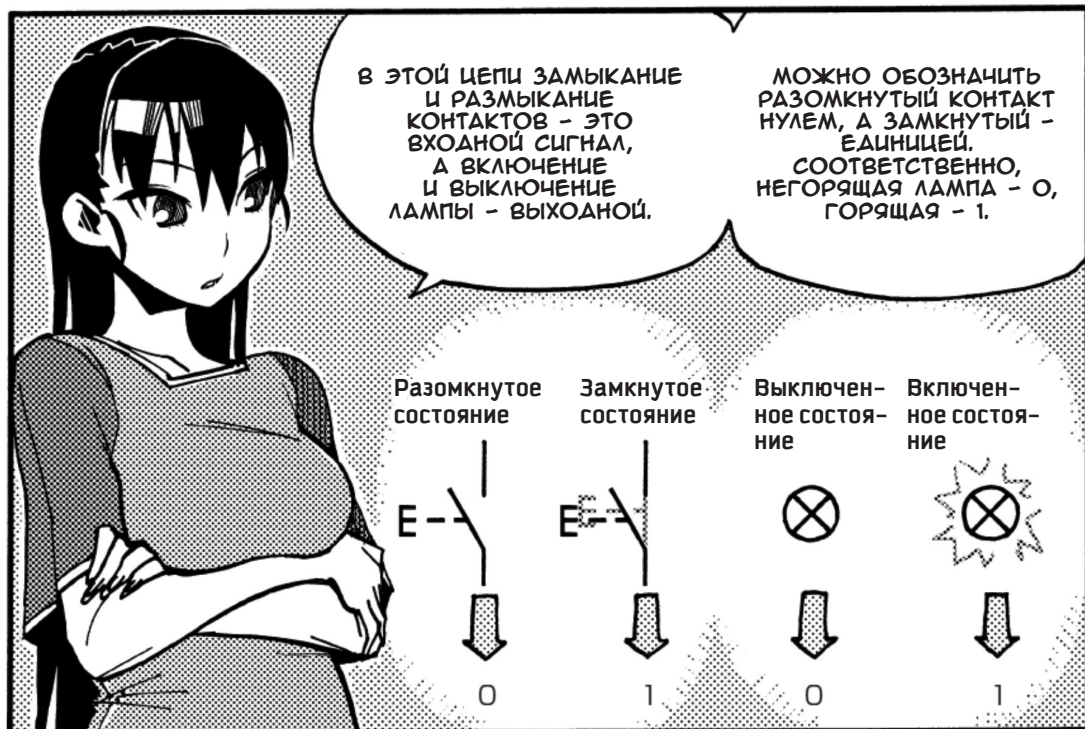


Японские индустриальные стандарты JIS дают строгое определение «цифрового», однако в данной книге этот термин будет использоваться в общем понимании этого слова.













ТОГДА ПОЙДЕМ ДАЛЬШЕ.  
СОПОСТАВЛЕНИЕ ДВУМ ИЛИ  
БОЛЬШЕМУ ЧИСЛУ СО-  
СТОЯНИЙ СИСТЕМЫ  
КОМБИНАЦИИ НУЛЕЙ И  
ЕДИНИЦ НАЗЫВАЕТСЯ БИ-  
НАРНЫМ, ИЛИ ДВОИЧНЫМ,  
КОДИРОВАНИЕМ. ОДНА-  
КО ЭТА СИСТЕМА КОДИ-  
РОВАНИЯ ОТЛИЧАЕТСЯ  
ОТ МАТЕМАТИКИ, КОТО-  
РУЮ МЫ ИСПОЛЬЗУЕМ  
В ОБЫЧНОЙ ЖИЗНИ.



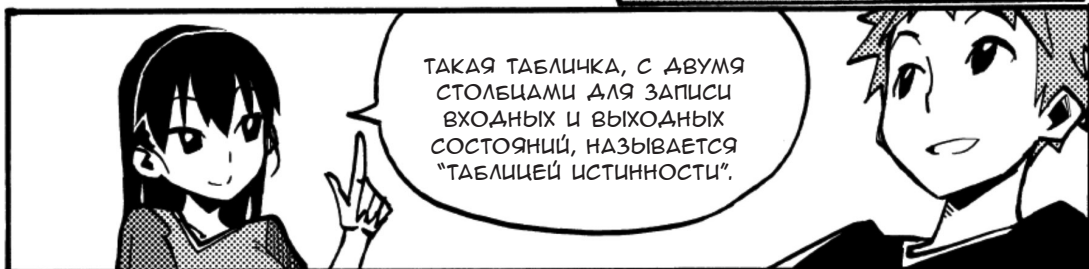
ТО ЕСТЬ ПОЛУЧА-  
ЕТСЯ, ЧТО НОЛЬ  
И ЕДИНИЦА ОКА-  
ЗЫВАЮТСЯ НЕ  
ПРОСТО ЧИСЛАМИ,  
А СИМВОЛИЧЕСКИ-  
МИ ОБОЗНАЧЕНИЯ-  
МИ, ДА?

В НАРИСОВАННОЙ НАМИ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ,  
КОГДА ВХОДНОЙ СИГНАЛ  
РАВЕН 0, ВЫХОДНОЙ  
СИГНАЛ - ТОЖЕ 0, А КОГДА  
ВХОДНОЙ СИГНАЛ - 1,  
ВЫХОДНОЙ - ТОЖЕ 1.

И ТАКИМ ОБРАЗОМ,  
ПОЛУЧАЕТСЯ ВОТ  
ТАКАЯ ТАБЛИЧКА.

Таблица истинности

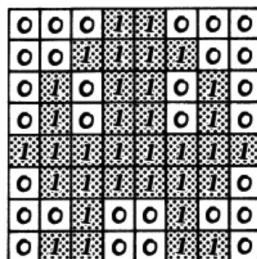
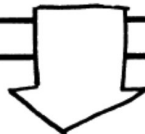
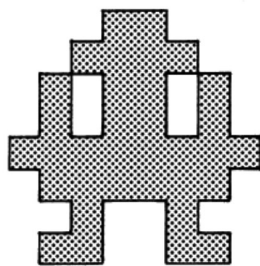
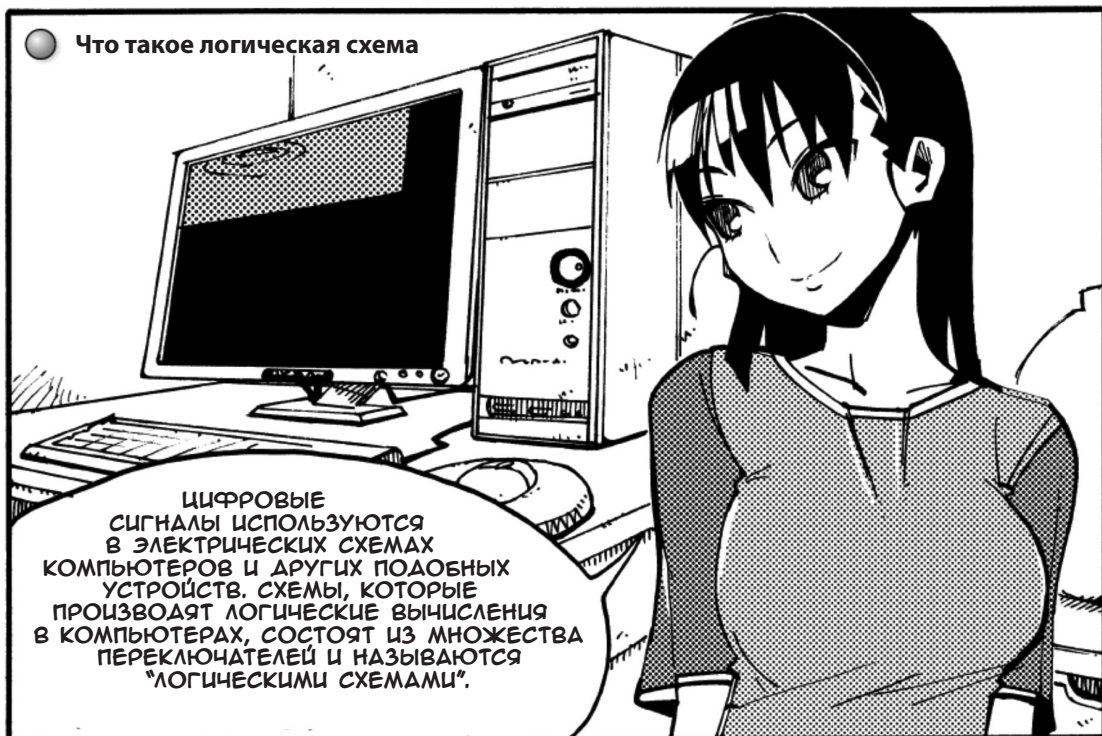
Вход (выключатель)	Выход (сигнальная лампа)
Разомкнут	Не горит
Замкнут	Горит



ТАКАЯ ТАБЛИЧКА, С ДВУМЯ  
СТОЛБЦАМИ ДЛЯ ЗАПИСИ  
ВХОДНЫХ И ВЫХОДНЫХ  
СОСТОЯНИЙ, НАЗЫВАЕТСЯ  
"ТАБЛИЦЕЙ ИСТИННОСТИ".



● Что такое логическая схема





при этом...

В современных компьютерах используются не механические переключатели, которые работают благодаря физическому контакту между металлическими деталями, а полупроводниковые переключатели, например транзисторы, в которых переключение между низким и высоким уровнями напряжения, которые обозначают 0 и 1, происходит без перемещения каких-либо деталей.

и в голову бы не пришло, что внутри компьютера туда-сюда щелкают контакты.

Системы последовательного управления тоже могут состоять из базовых логических схем.

Есть множество видов логических схем...

Но сегодня мы ограничимся тремя основными: AND (схема И), OR (схема или) и NOT (схема не).

Расскажи мне про них, пожалуйста!







Схема И (схема AND)



ВСЕ  
ПРАВИЛЬНО.

ТАКИЕ СХЕМЫ, В КОТОРЫХ СОСТОЯНИЕ НА ВЫХОДЕ РАВНО ЛОГИЧЕСКОЙ 1 ТОЛЬКО В ТОМ СЛУЧАЕ, ЕСЛИ НА ВСЕ ВХОДЫ ПОДАЮТСЯ 1, НАЗЫВАЮТСЯ СХЕМЫ И, ИЛИ СХЕМЫ AND.

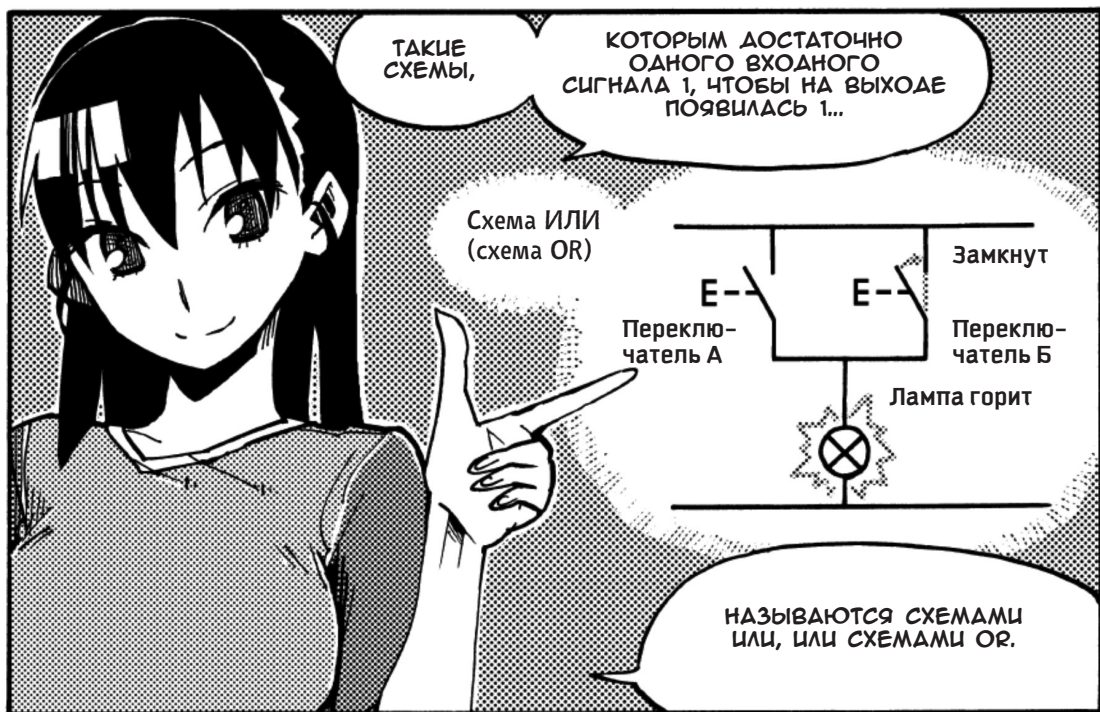
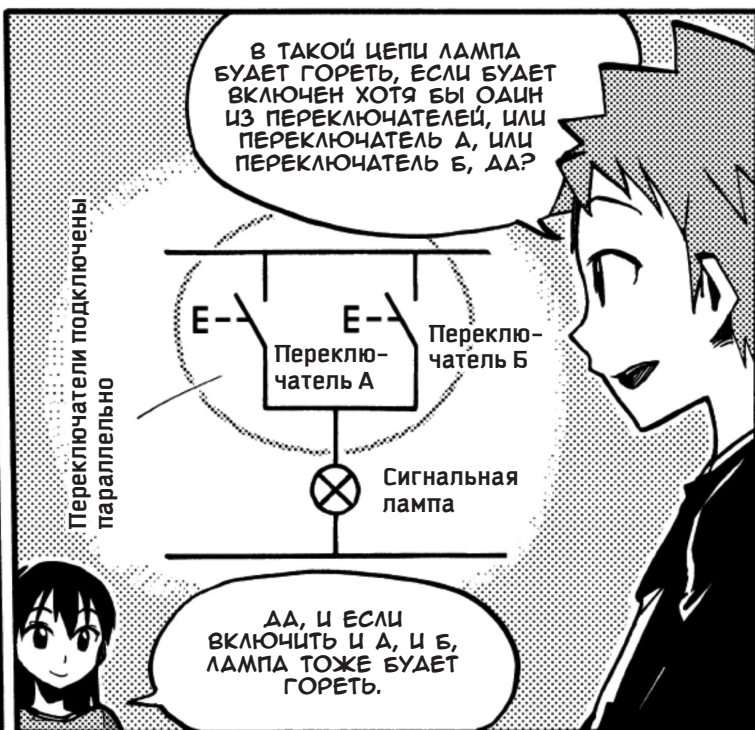
ПОЛУЧАЕТСЯ, ЧТО  
ДОЛЖНЫ БЫТЬ  
ВКЛЮЧЕНЫ И  
ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ А, И  
ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ Б,  
ПОЭТОМУ И СХЕМА  
НАЗЫВАЕТСЯ И!

ТАБЛИЦА ИСТИННОСТИ ДЛЯ  
СХЕМЫ И БУДЕТ ВЫГЛЯДЕТЬ  
ВОТ ТАК:

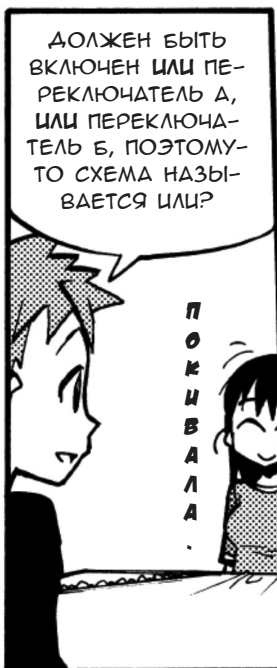
Таблица истинности схемы И

Входы		Выход
Переключатель А	Переключатель Б	Сигнальная лампа
0 (выкл)	0 (выкл)	0 (не горит)
1 (вкл)	0 (выкл)	0 (не горит)
0 (выкл)	1 (вкл)	0 (не горит)
1 (вкл)	1 (вкл)	1 (горит)









ДОЛЖЕН БЫТЬ  
ВКЛЮЧЕН ИЛИ ПЕ-  
РЕКЛЮЧАТЕЛЬ А,  
ИЛИ ПЕРЕКЛЮЧА-  
ТЕЛЬ Б, ПОЭТОМУ-  
ТО СХЕМА НАЗЫ-  
ВАЕТСЯ ИЛИ?

ПОКИВАЛА.



ТАБЛИЦА ИСТИННОСТИ  
ДЛЯ СХЕМЫ ИЛИ БУДЕТ  
ВЫГЛЯДЕТЬ ВОТ ТАК:

Таблица истинности схемы ИЛИ

Вход		Выход
Переключа- тель А	Переключа- тель Б	Сигнальная лампа
0 (выкл)	0 (выкл)	0 (не горит)
1 (вкл)	0 (выкл)	1 (горит)
	1 (вкл)	
1 (вкл)	1 (вкл)	1 (горит)



ПОСЛЕДНЯЯ  
РАССМАТРИВАЕМАЯ  
СХЕМА - СХЕМА НЕ.

В ОТЛИЧИЕ ОТ  
ПЕРВЫХ ДВУХ, ЕЕ  
НАЗВАНИЕ МНЕ НИ О  
ЧЕМ НЕ ГОВОРИТ.

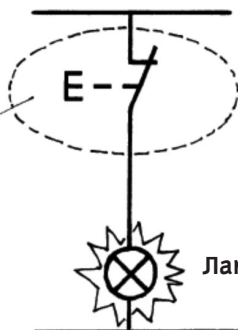


ПОПРОБУЙ ПРЕДСТАВИТЬ СЕБЕ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ СХЕМУ, В  
КОТОРОЙ СИГНАЛЬНАЯ ЛАМПА  
ПОДКЛЮЧЕНА К НОРМАЛЬНО  
ЗАМКНУТОМУ КОНТАКТУ.

ЕСЛИ НЕ НАЖАТЬ  
НА ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ,  
ЛАМПА БУДЕТ ГОРЕТЬ.

!

Используется нормально  
замкнутый контакт



Лампа горит

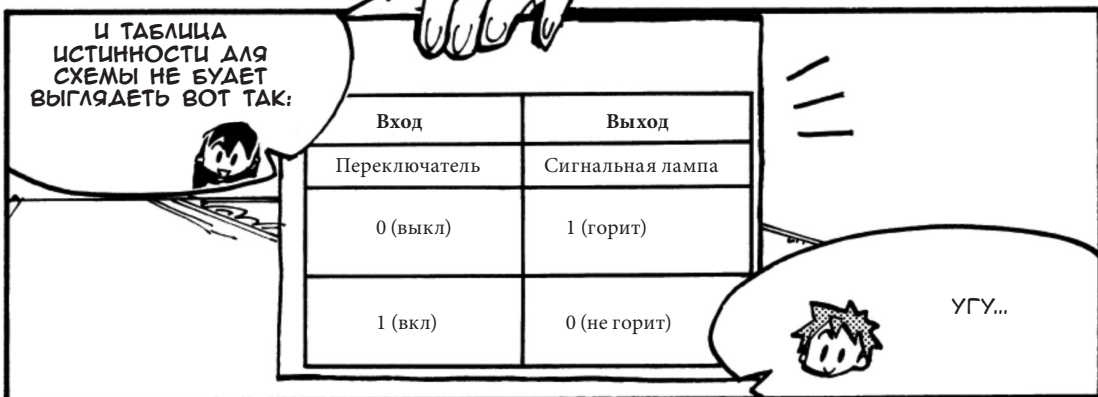
Лампа горит, если не нажимать  
на переключатель

ПРЕДСТАВЛ!

ЕСЛИ НАЖАТЬ НА ЭТОТ  
ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ, ТО ОН  
РАЗОМКНЕТСЯ, И ЛАМПА  
ПОГАСНЕТ.

Иными словами,  
КОГДА ВХОДНОЙ СИГНАЛ  
СООТВЕТСТВУЕТ 0, НА ВЫХОДЕ  
ИМЕЕМ 1, А КОГДА НА ВХОДЕ  
ЕСТЬ СИГНАЛ 1, ТО НА ВЫХОДЕ  
ПОЛУЧАЕМ 0.







В ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ, ИЗОБРАЖАЯ ЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ, НИКТО НЕ РИСУЕТ КАЖДАЯ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ПО ОТДЕЛЬНОСТИ, ВМЕСТО ЭТОГО ИСПОЛЗУЮТСЯ СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ANSI (САМЕРИКАНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ИНСТИТУТА СТАНДАРТОВ) ИЛИ JIS.

И ДАЖЕ У ЭТОГО ЕСТЬ СТРОГО ОПРЕДЕЛЕННОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ, ДА?

## Обозначения логических схем

	Обозначение ANSI	Обозначение JIS
Схема И	Вход 1 Выход Вход 2	Вход 1 & Выход Вход 2
Схема ИЛИ	Вход 1 Выход Вход 2	Вход 1 >1 Выход Вход 2
Схема НЕ	Вход Выход	1 Выход Вход

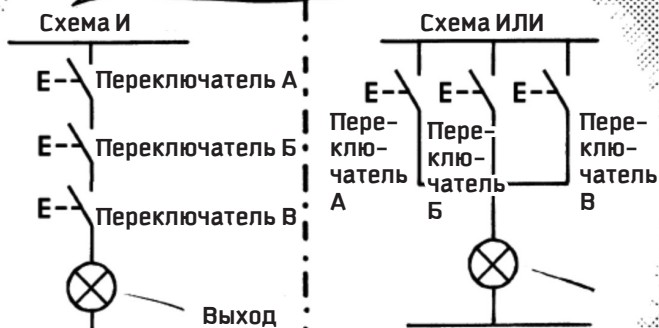
В ОБОИХ  
ОБОЗНАЧЕНИЯХ  
СЛЕВА  
ИЗОБРАЖАЕТСЯ  
ВХОД,  
А СПРАВА - ВЫХОД.

ХМ, ХММММ...

ДЕРЖИ



НАПРИМЕР, В СЛУЧАЕ ЕСЛИ У СХЕМЫ ИЛИ СХЕМЫ ИЛИ ЕСТЬ ТРИ ВХОДНЫХ СИГНАЛА ОТ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ А, Б И В...



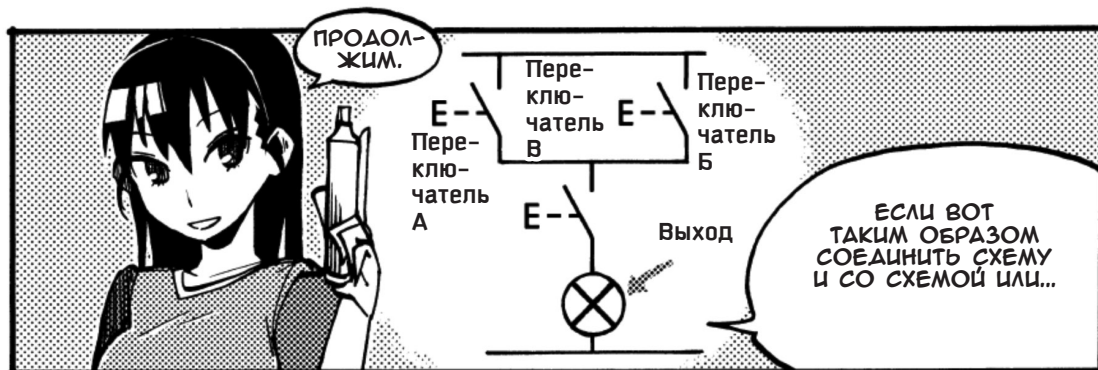
Обозначение ANSI



ТАКАЯ СХЕМКА БУДЕТ НАРИСОВАНА СЛЕДУЮЩИМ ОБРАЗОМ.

А-АГА. ИЗОБРАЖЕНИЕ ЗНАЧИТЕЛЬНО ИЗМЕНИЛОСЬ.



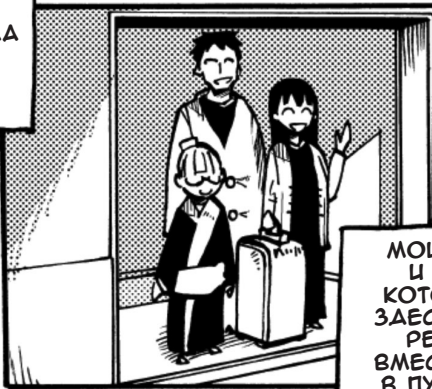








ЭТО БЫЛО, КОГДА  
Я ПОСТУПАЛА  
В ИНСТИТУТ.



МОИ РОДИТЕЛИ  
И БАБУШКА,  
КОТОРЫЕ ЖИЛИ  
ЗДЕСЬ СО МНОЙ,  
РЕШИЛИ ВСЕ  
ВМЕСТЕ ПОЕХАТЬ  
В ПУТЕШЕСТВИЕ.

6F



ЭТО БЫЛО ВПЕРВЫЕ,  
КОГДА Я ЖИЛА ОДНА.  
Я ПОГРУЗИЛАСЬ С  
ГОЛОВОЙ В МИР  
ИНТЕРНЕТ-КОММЕРЦИИ...



ТАК ПРОШЛО  
НЕСКОЛЬКО  
СПОКОЙНЫХ ДНЕЙ,  
НО ПОТОМ...



ЧТО?

АВАРИЯ?!



ВСЕ ПРОИЗОШЛО  
ТАК ВНЕЗАПНО...



ПОСЛЕ ЭТОГО  
МНЕ СТАЛО  
СТРАШНО УХОДИТЬ  
ИЗ КВАРТИРЫ,  
И Я ВООООЩЕ  
ПЕРЕСТАЛА  
ВЫХОДИТЬ НА УЛИЦУ...



НАВЕРНОЕ, С ТЕХ  
ПОР В ДУШЕ МНЕ  
БЕСПОКОЙНО, КАК  
ПОТЕРЯВШЕМУСЯ  
РЕБЕНКУ.



ХОТЯ, БЫТЬ  
МОЖЕТ,  
СТРАННО  
ГОВОРИТЬ, ЧТО  
ТЫ ПОТЕРЯЛСЯ,  
КОГДА ТЫ  
ЖИВЕШЬ  
ВЗАПЕРТИ.





хнык!

Эй, Эй! ты чего  
разрыдался?

ну  
просто...

я, не зная  
о твоих об-  
стоятель-  
ствах... полез  
без спроса..!

по  
правде  
говоря,

я думала, что ты - страшный  
надоёда, когда ты начал  
приходить ко мне домой!  
но... ну...

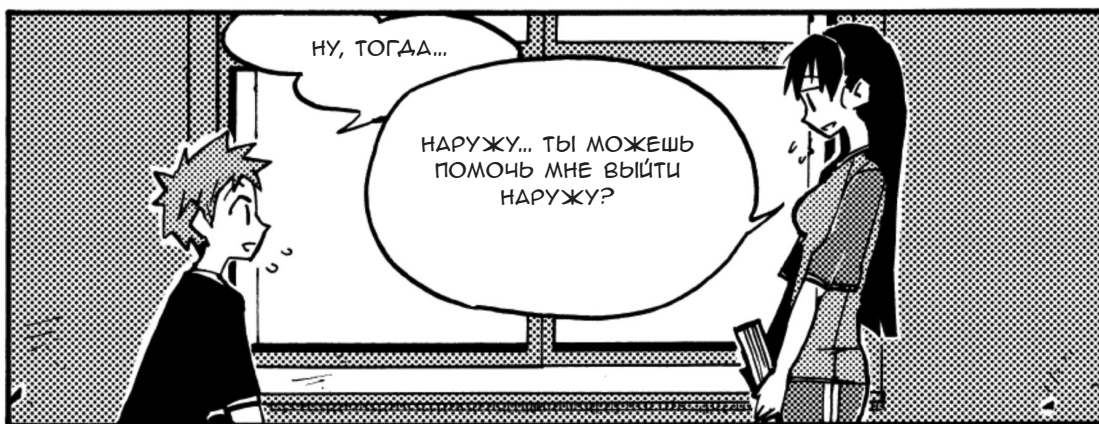
эээ...

?

но я также чувствую  
и благодарность.

поскольку появился  
человек, который  
беспокоился  
обо мне...







## ГЛАВА 4 ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

### Двоичный код

У переключателей есть два состояния: разомкнутое и замкнутое. Соответственно, у сигнальной лампы, подключенной к этому переключателю, тоже будет два состояния: горит и не горит. Отображение этих взаимно противоположных состояний цифрами «1» и «0» называется цифровым. Смысл употребления цифр «1» и «0» в данном случае состоит в том, что они символизируют два состояния системы и называются «двоичным кодом»; в математике эти же цифры используются иначе.

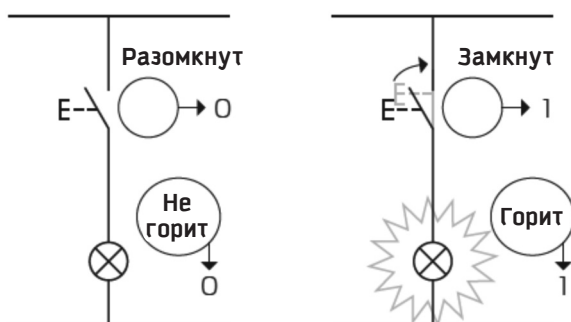


Схема 5.1. Принципиальные схемы, соответствующие двум состояниям сигнальной лампы

Таблица 5.1. Таблица истинности для сигнальной лампы

Вход (переключатель)	Выход (сигнальная лампа)
0 (разомкнут)	0 (не горит)
1 (замкнут)	1 (горит)

Такая таблица, которая содержит все различные комбинации значений на входах и соответствующие им значения на выходах, называется «таблицей истинности». В системах управления с логическими схемами мы можем определить алгоритм работы схемы, используя таблицы истинности.



Электрические схемы в компьютерах, выполняющие математические операции, состоят из логических элементов на основе полупроводниковых переключателей, например транзисторов или диодов. Значения «0» и «1» передаются, соответственно, «низким» и «высоким» уровнями электрического напряжения. Используя многочисленные переключатели системы последовательного управления тоже состоят из комбинаций базовых логических схем.

Есть три базовых типа элементарных логических схем: И (логическое умножение), ИЛИ (логическое сложение) и НЕ (инверсия), – из которых можно составить любую, сколь угодно сложную логическую схему.

В схеме И, обозначаемой также AND, логическая 1 на выходе появляется только тогда, когда все входные сигналы равны 1. Если моделировать схему И, используя переключатели, то получится электрическая схема, в которой переключатели включены последовательно, как показано на рис. 5.2.

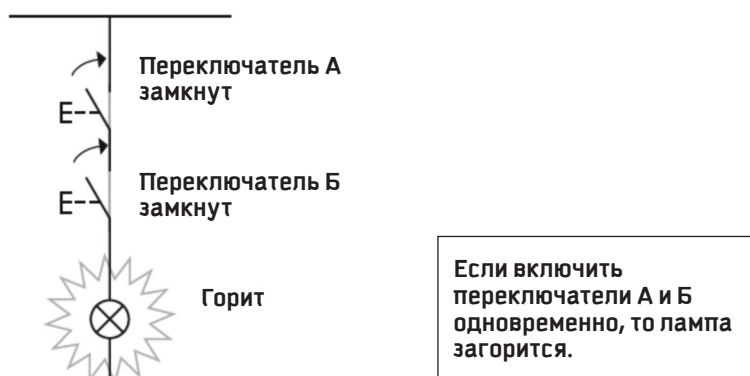


Схема 5.2. Логическая схема И

Таблица 5.2. Таблица истинности для схемы И

Вход		Выход
Переклю­ча­тель А	Переклю­ча­тель Б	Сигнальная лампа
0 (выкл)	0 (выкл)	0 (не горит)
1 (вкл)	0 (выкл)	0 (не горит)
0 (выкл)	1 (вкл)	0 (не горит)
1 (вкл)	1 (вкл)	1 (горит)

Схема ИЛИ, обозначаемая также OR, – это схема, в которой достаточно хотя бы одному входному сигналу принять значение «1», чтобы на выходе появилась «1». Если моделировать схему ИЛИ, используя переключатели, то их надо будет включить параллельно друг другу, как на рисунке.



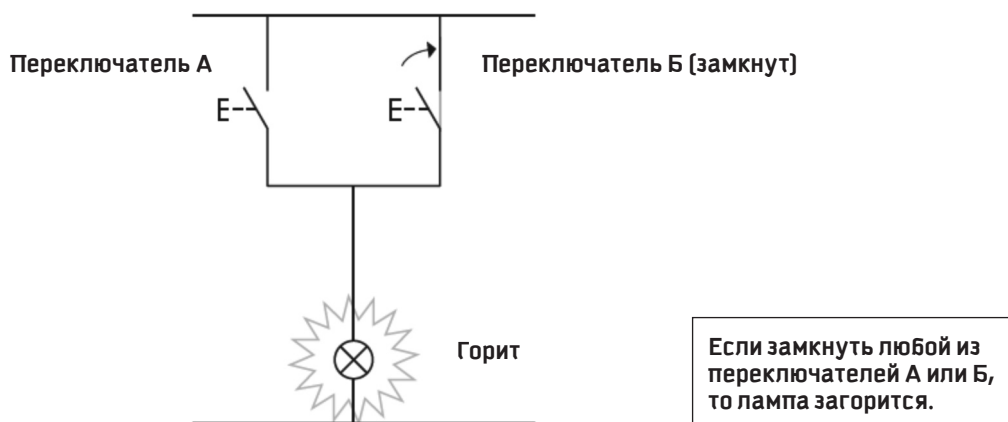


Схема 5.3. Схема ИЛИ

Таблица 5.3. Таблица истинности схемы ИЛИ

Вход		Выход
Переключатель А	Переключатель Б	Сигнальная лампа
0 (выкл)	0 (выкл)	0 (не горит)
1 (вкл)	0 (выкл)	1 (горит)
0 (выкл)	1 (вкл)	1 (горит)
1 (вкл)	1 (вкл)	1 (горит)

Схема НЕ, обозначаемая также схемой NOT, – это схема, в которой есть только один вход и сигнал на выходе всегда противоположен входному сигналу. Если моделировать схему логического инвертора, используя переключатели, то получится электрическая схема с использованием нормально замкнутого выключателя, как на рис. 5.4.

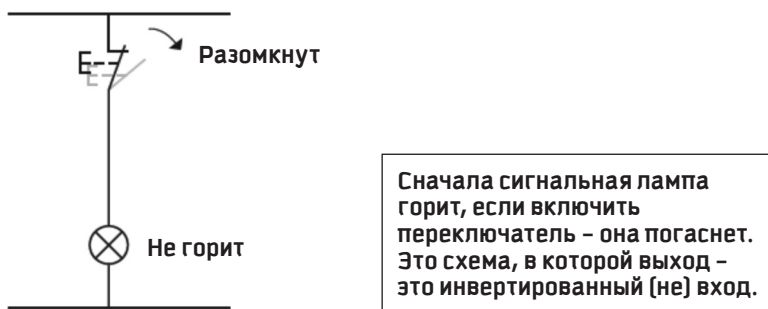


Схема 5.4. Схема НЕ

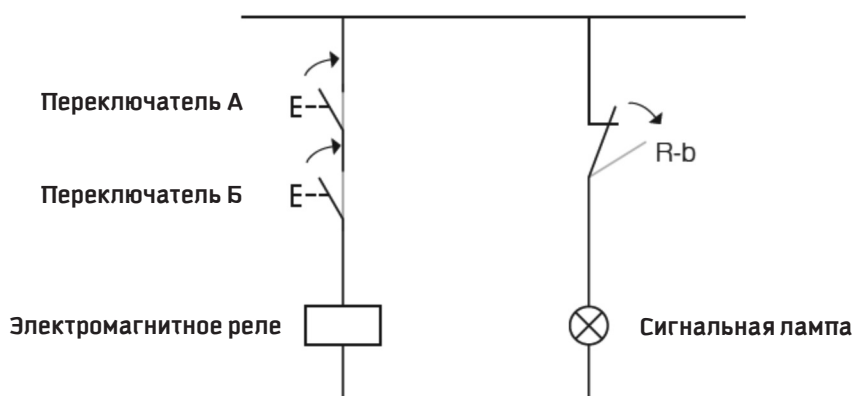


**Таблица 5.4.** Таблица истинности схемы НЕ

Вход	Выход
Переключатель А	Сигнальная лампа
0 (выкл)	1 (горит)
1 (вкл)	0 (не горит)

Когда мы добавляем к схеме И или схеме ИЛИ инвертор НЕ, то получается схема с дополнительной инверсией сигнала.

Если объединить элементы И и НЕ, получится элемент И-НЕ, или NAND. В этом случае выход будет равен 0 только тогда, когда на все входы поданы 1.



*Схема 5.5. Модель схемы И-НЕ на механических переключателях*

**Таблица 5.5.** Таблица истинности схемы И-НЕ

Вход		Выход
Переключатель А	Переключатель Б	Сигнальная лампа
0 (выкл)	0 (выкл)	1 (горит)
1 (вкл)	0 (выкл)	1 (горит)
0 (выкл)	1 (вкл)	1 (горит)
1 (вкл)	1 (вкл)	0 (не горит)

Если объединить схемы ИЛИ и НЕ, получится схема ИЛИ-НЕ, или NOR. В такой схеме выход будет равен 1 только тогда, когда все входные сигналы равны 0.



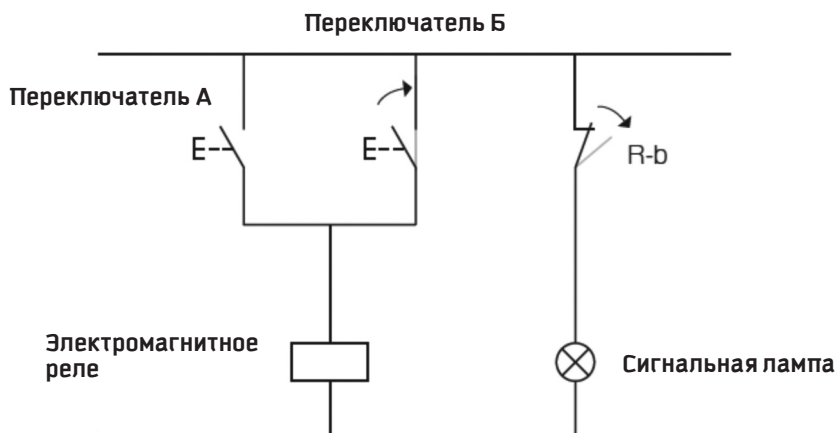


Схема 5.6. Модель схемы ИЛИ-НЕ на механических переключателях

Таблица 5.6. Таблица истинности схемы ИЛИ-НЕ

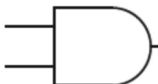
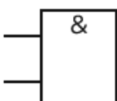

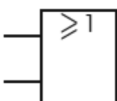

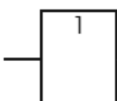
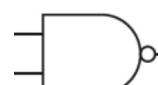
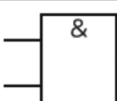

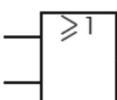
Вход		Выход
Переключатель А	Переключатель Б	Сигнальная лампа
0 (выкл)	0 (выкл)	1 (горит)
1 (вкл)	0 (выкл)	0 (не горит)
0 (выкл)	1 (вкл)	0 (не горит)
1 (вкл)	1 (вкл)	0 (не горит)



## Условные обозначения логических схем

Обычно для обозначения логических схем используются обозначения ANSI (Американского национального института стандартов) или JIS. В условных обозначениях логических схем слева изображается вход, а справа – выход.

**Таблица 5.7.** Условные обозначения логических схем

	Условное обозначение ANSI	Условное обозначение JIS
Схема И	Вход 1  Выход Вход 2	Вход 1  Выход Вход 2
Схема ИЛИ	Вход 1  Выход Вход 2	Вход 1  Выход Вход 2
Схема НЕ	Вход  Выход	Вход  Выход
Схема И-НЕ	Вход 1  Выход Вход 2	Вход 1  Выход Вход 2
Схема ИЛИ-НЕ	Вход 1  Выход Вход 2	Вход 1  Выход Вход 2

Обратите внимание: несмотря на то что обычно условные обозначения ANSI называют обозначениями MIL, на сегодняшний день все переходят на стандарт ANSI. ANSI (American National Standards Institute) Американский национальный институт стандартов  
 MIL (Military Specifications and Standards) Система стандартов министерства обороны США



Если электрическую схему с переключателями заменить условным обозначением, то можно существенно упростить чтение больших чертежей.

Например, если изобразить схемы И и ИЛИ с тремя входами, получатся условные изображения, как на рисунках ниже.

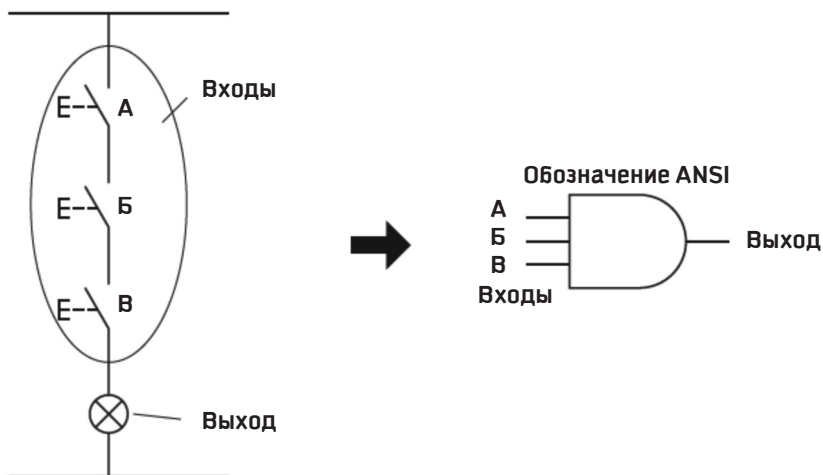


Схема 5.7. Схема И с тремя входами

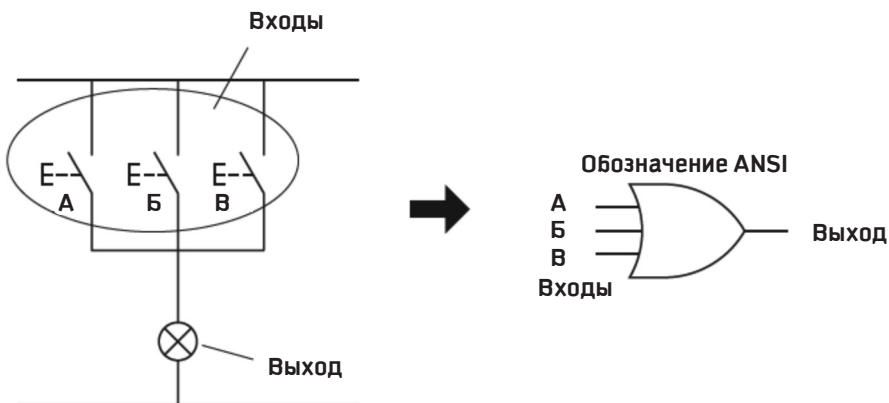


Схема 5.8. Схема ИЛИ с тремя входами



Электрическую схему на рис. 5.9, состоящую из параллельно и последовательно включенных переключателей, можно представить как комбинацию различных логических схем.

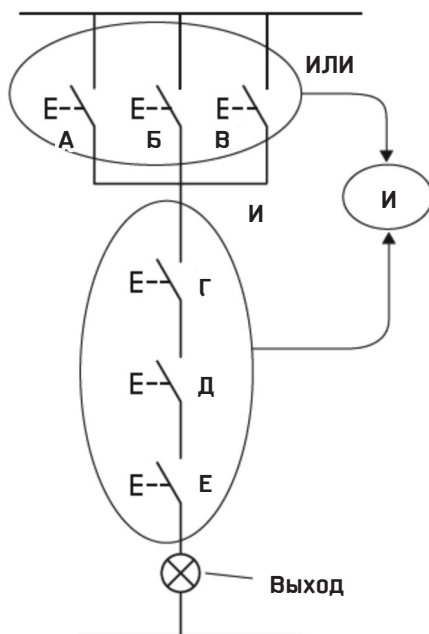


Схема 5.9. Электрическая схема с шестью параллельно и последовательно включенными переключателями

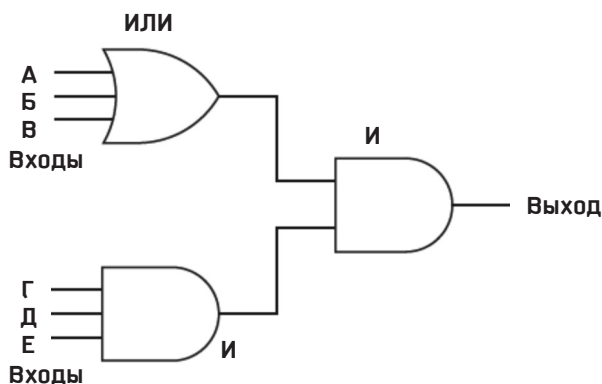


Схема 5.10. Схема с предыдущего рисунка с параллельно и последовательно подключенными переключателями, изображенная с помощью условных обозначений ANSI





## Как, используя схемы И-НЕ, получить схемы И, ИЛИ и НЕ

Комбинируя и объединяя между собой базовые логические схемы, можно создавать сложные логические схемы.

Для начала соединим две схемы НЕ. Поскольку получается двойное отрицание, выходной сигнал оказывается тождественным входному сигналу.

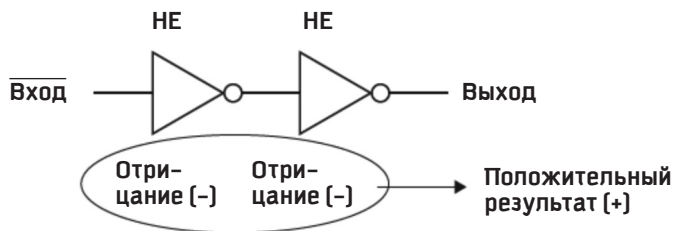
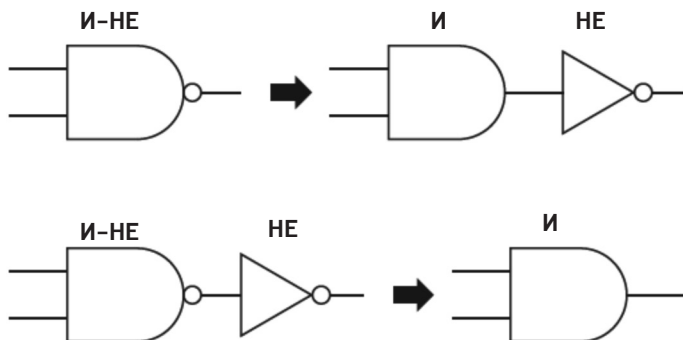


Схема 5.11. Объединение двух схем НЕ

Схема И-НЕ состоит из двух последовательно соединённых схем – И и НЕ. Поэтому если к этой схеме добавить схему НЕ, то две схемы НЕ нейтрализуют друг друга, и получится схема И.



Поскольку схема И-НЕ – это результат соединения схем И и НЕ, если добавить еще одну схему НЕ, получится схема И.

Схема 5.12. При добавлении инверсии на выходе элемент И-НЕ превращается в элемент И



Теперь попробуем сделать из схемы И-НЕ схему НЕ. Если объединить входные сигналы схем И-НЕ, то по сути от нее останется только схема НЕ.

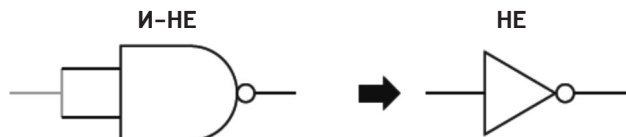


Схема 5.13. Получение схемы НЕ из схемы И-НЕ

Если к схеме НЕ, полученной из схемы И-НЕ, добавить еще одну схему И-НЕ, то получится схема И.

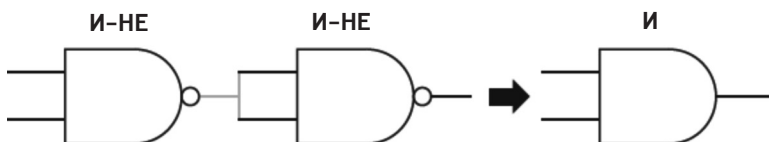


Схема 5.14. Получение схемы И из двух схем И-НЕ

Наконец, если объединить три схемы НЕ-И так, как показано на рисунке ниже, получится схема ИЛИ.

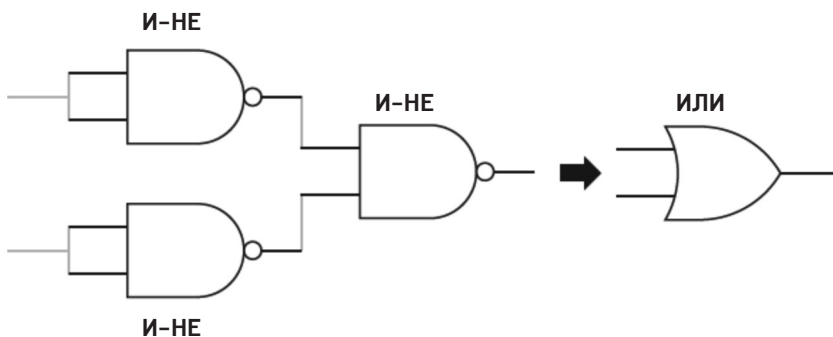


Схема 5.15. Получение схемы ИЛИ из трех схем И-НЕ

Затем если к этой схеме добавить схему НЕ, полученную из схемы И-НЕ, то получится схема ИЛИ-НЕ.



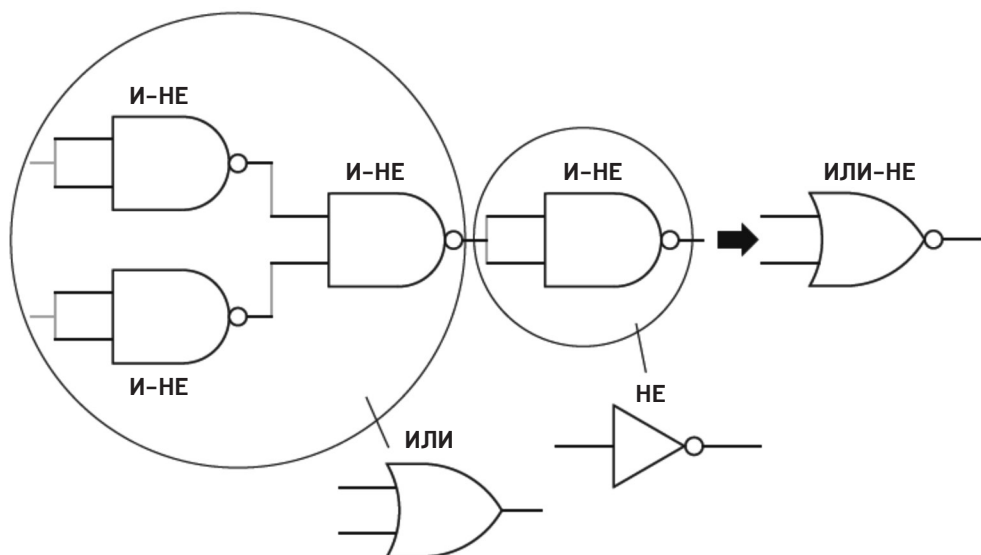


Схема 5.16. Получение схемы ИЛИ-НЕ из четырех схем И-НЕ

Таким образом, на основе схемы И-НЕ можно получить любые элементарные схемы: И, ИЛИ, НЕ, ИЛИ-НЕ. Иными словами, достаточно одной схемы И-НЕ, чтобы получить любые сложные логические схемы. Аналогично, используя схемы ИЛИ-НЕ, можно получить схемы И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ. (Самые первые полупроводниковые логические схемы были построены на основе так называемой диодно-транзисторной логики. Для построения элемента типа кИ-НЕ, где  $k$  – число входов, требовалось минимальное количество элементов – всего один транзистор и  $k$  диодов. Поэтому базовым элементом при проектировании сложных логических схем стала схема И-НЕ. – Прим. ред.)



## ГЛАВА 6

# ПРОСТЕЙШАЯ СИСТЕМА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ







Я КУПИЛ ВСЕ, ЧТО ТЫ  
ПРОСИЛА!



УГУ-М,

ПОХОЖЕ, ТЫ  
ПРИНЕС ВСЕ, ЧТО  
НУЖНО!



СЕГОДНЯ МЫ БУДЕМ  
ВСЕ ЭТО  
ИСПОЛЬЗОВАТЬ?

АГА, РАЗРАБОТАЕМ  
И ИСПЫТАЕМ НАСТОЯЩУЮ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ СХЕМУ.



УХ ТЫ!

НАКОНЕЦ-ТО  
ПЕРЕИДЕМ  
ОТ ТЕОРИИ  
К ПРАКТИКЕ!

НУ...

ТЫ БЫСТРЕЕ ПОЙМЕШЬ  
РАБОТУ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ,  
ЕСЛИ САМ ПРИДУМАЕШЬ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ СХЕМУ  
И МЫ ЕЕ СОБЕРЕМ.





ПРЕЖДЕ ЧЕМ  
ПРИСТУПАТЬ  
К СБОРКЕ, ДАВАЙ  
СНАЧАЛА ПОПРОБУЕМ  
ПОДУМАТЬ О ЧЕРТЕЖЕ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ  
СХЕМЫ.

ПОЛУЧАЕТСЯ, МЫ  
С НУЛЯ НАЧЕРТИМ  
СХЕМУ СИСТЕМЫ  
УПРАВЛЕНИЯ!

ЭНЕРГИЧНО  
РАЗВЕРНУЛА



В КАЧЕСТВЕ ПРОСТОГО  
ПРИМЕРА ДАВАЙ  
ПОПРОБУЕМ СОБРАТЬ  
СИГНАЛЬНУЮ КНОПКУ.

СИГНАЛЬНУЮ  
КНОПКУ.

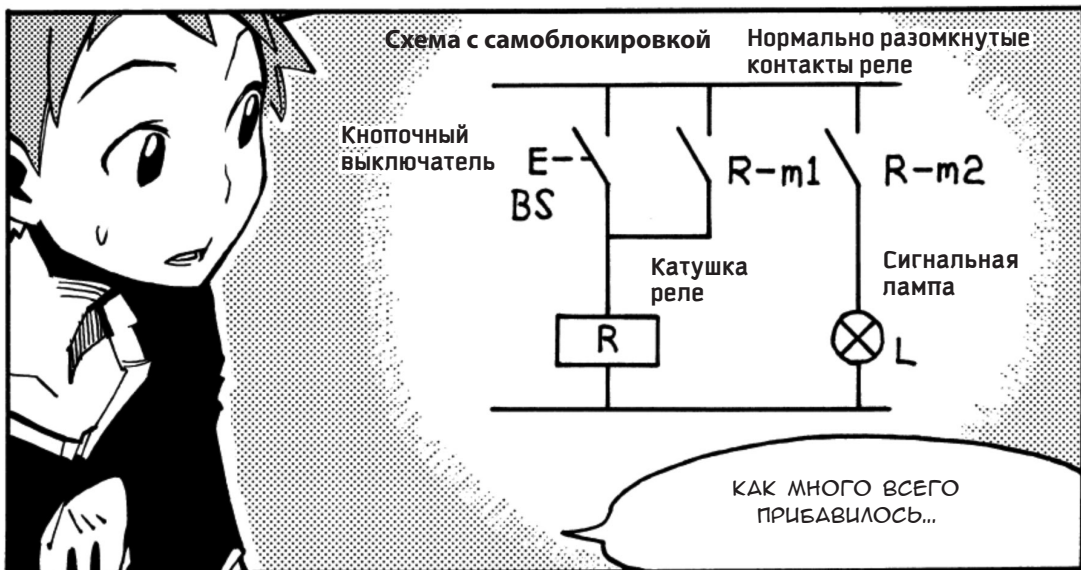
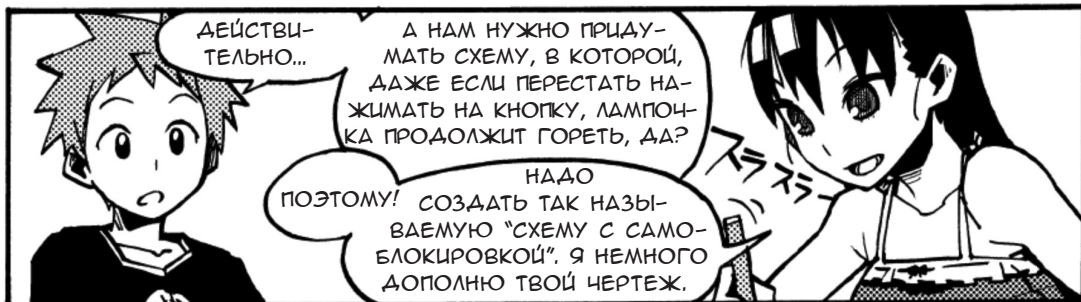
ТЫ О ТЕХ КНОПКАХ,  
НА КОТОРЫЕ  
НАЖИМАЮТ  
УЧАСТНИКИ  
ТЕЛЕВИКТОРИН?



АГА.

ДЛЯ НАЧАЛА ДАВАЙ  
ПРЕДСТАВИМ СХЕМУ, В КОТОРОЙ  
КНОПКА ВКЛЮЧАЕТ ЛАМПОЧКУ  
В ТОМ СЛУЧАЕ, ЕСЛИ НА КНОПКУ  
НАЖАЛ ТОЛЬКО УЧАСТНИК  
А. СМОЖЕШЬ ТАКУЮ СХЕМУ  
НАРИСОВАТЬ?

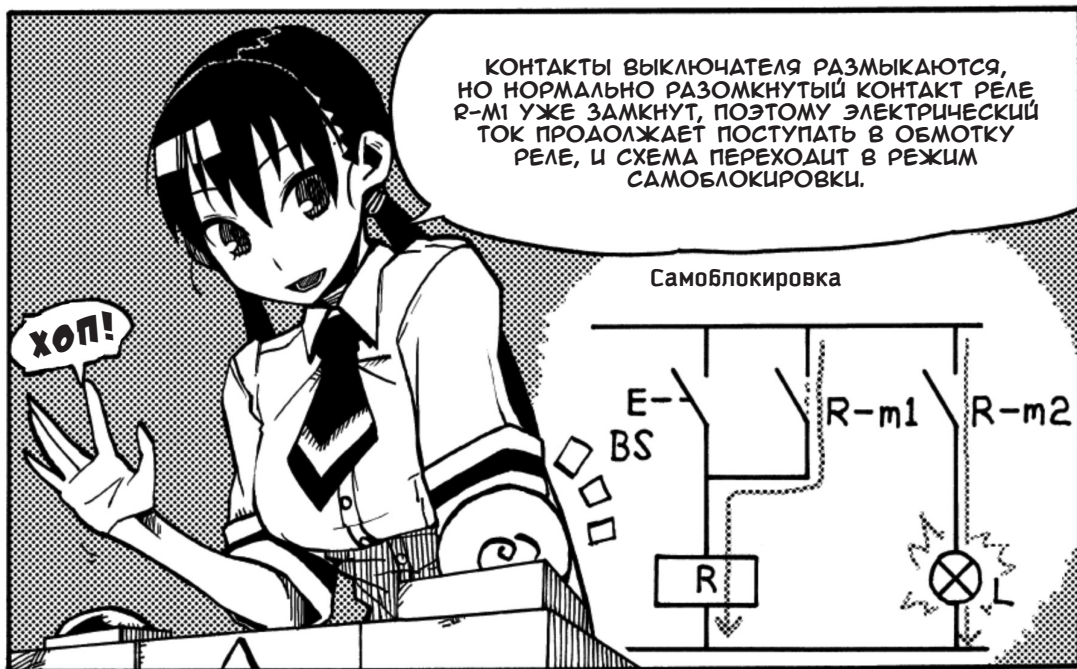




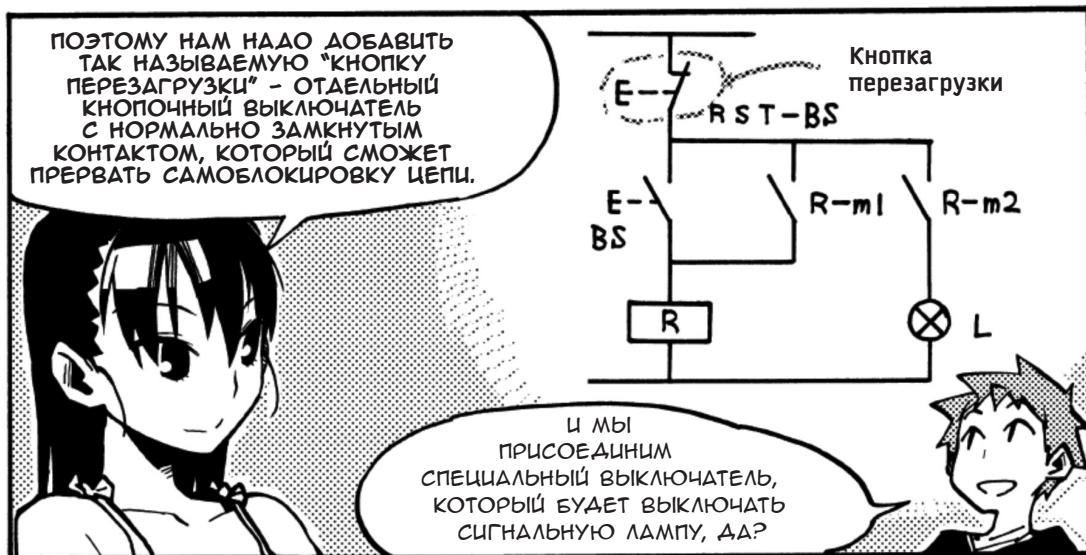




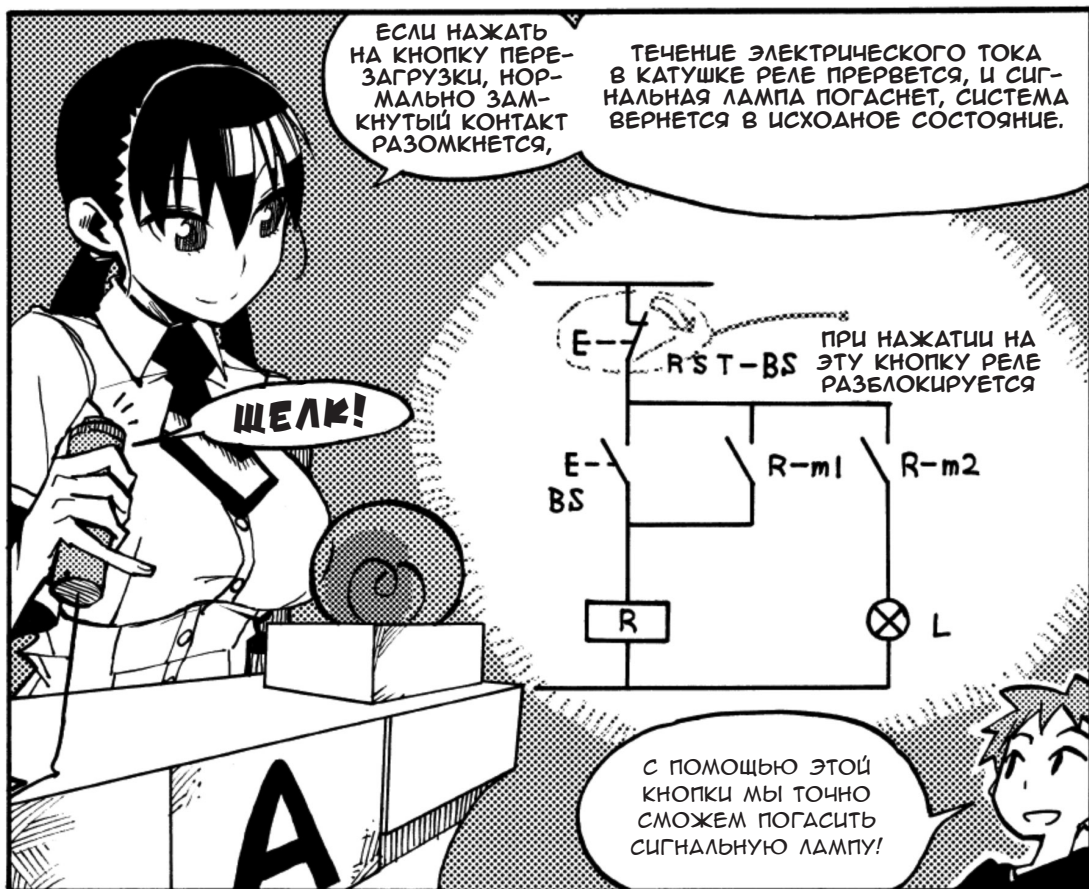




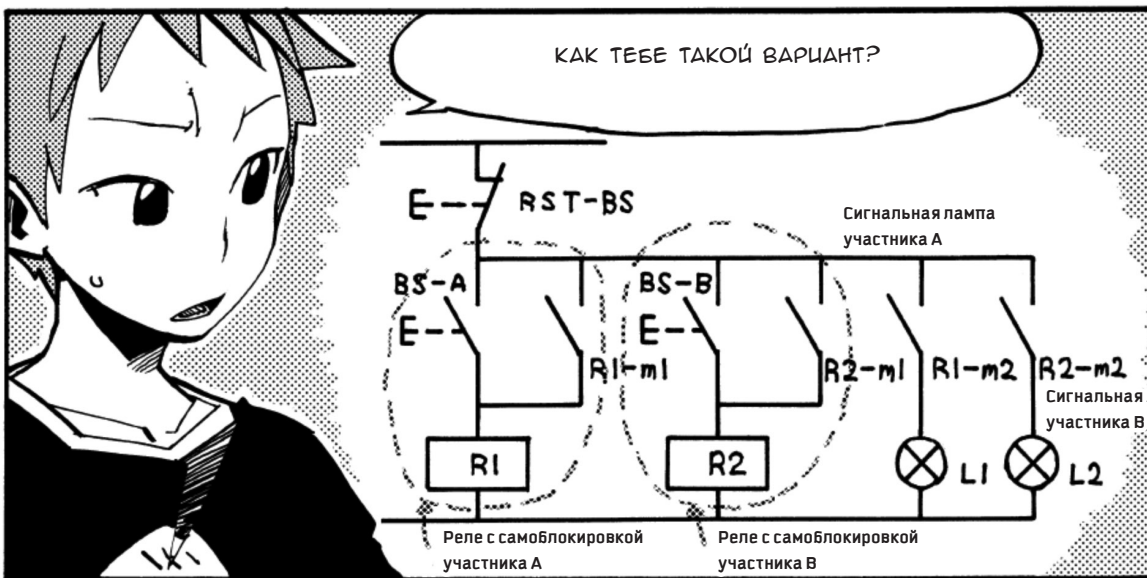














УГУ, ВИЖУ.  
НО В ТАКОМ  
СЛУЧАЕ...

БУДЕТ ПОНЯТНО, КТО НА-  
ЖАЛ НА КНОПКУ, ЕС-  
ЛИ СВОЮ КНОПКУ НАЖМЕТ  
ТОЛЬКО ОДИН ИЗ УЧАСТНИ-  
КОВ.

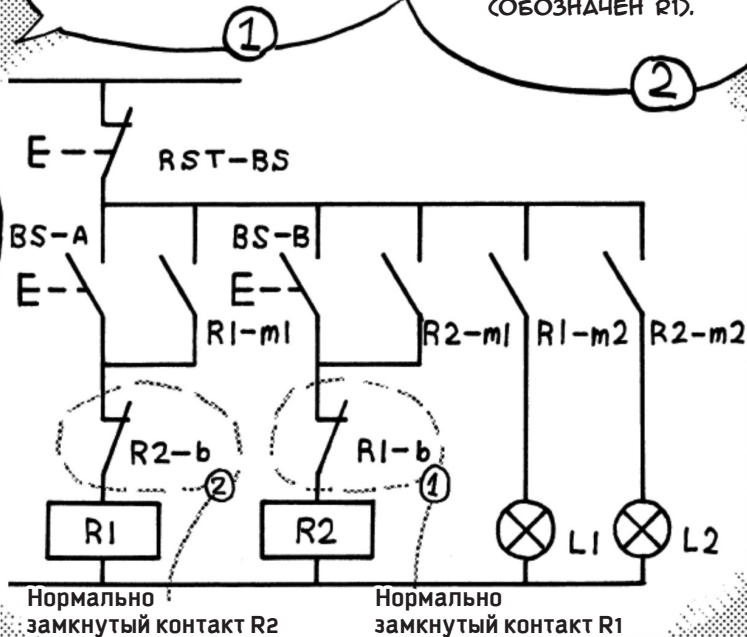
НО ЧТО, ЕСЛИ ОБА НАЖМУТ  
КНОПКИ ПОЧТИ  
ОДНОВРЕМЕННО? ЗАГОРЯТСЯ  
ОБЕ ЛАМПЫ, И МЫ НЕ УЗНАЕМ,  
КТО БЫЛ ПЕРВЫМ.

ДЕЙСТВИТЕЛЬНО...

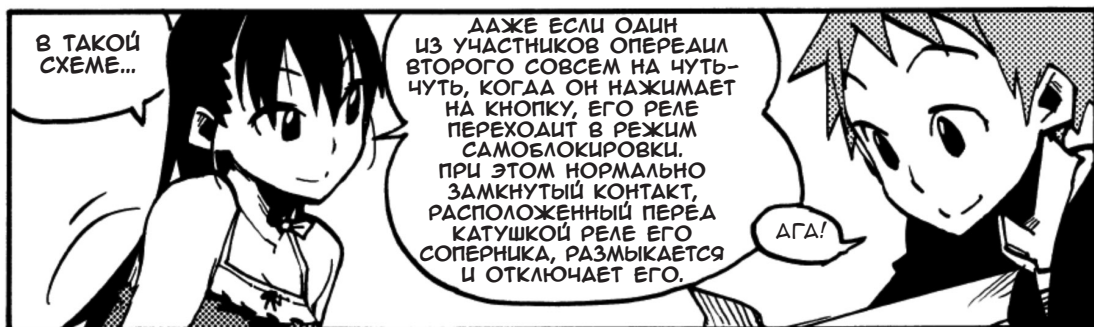
ПО-  
ЭТОМУ...

ДАВАЙ ВСТАВИМ ПРЯМО  
ПЕРЕД КАТУШКОЙ РЕЛЕ  
УЧАСТНИКА В (ОНО  
ОБОЗНАЧЕНО R2)  
НОРМАЛЬНО ЗАМКНУТЫЙ  
КОНТАКТ РЕЛЕ УЧАСТНИКА А  
(ОБОЗНАЧЕН R1-B).

И ТАКИМ ЖЕ ОБРАЗОМ  
ВСТАВИМ НОРМАЛЬНО  
ЗАМКНУТЫЙ КОНТАКТ  
РЕЛЕ УЧАСТНИКА В  
(ОБОЗНАЧЕН R2-B)  
ПЕРЕД КАТУШКОЙ  
РЕЛЕ УЧАСТНИКА А  
(ОБОЗНАЧЕН R1).









● Что делать, если участников трое

НУ И НАКОНЕЦ, ДАВАЙ ПРЕДСТАВИМ СИТУАЦИЮ, В КОТОРОЙ УЧАСТНИКОВ ТРОЕ.

МММ... АГА.

ЕЩЕ И УЧАСТНИК С.

МОЖНО ПРОСТО ДОБАВИТЬ К ПРОШЛОЙ СХЕМЕ ЕЩЕ ОДНО РЕЛЕ ДЛЯ НОВОГО УЧАСТНИКА?

ПОКА ВСЕ НЕСЛОЖНО.

ДАВАЙ СНАЧАЛА ПОДУМАЕМ О ПЕРВОМ УЧАСТНИКЕ А.

ТАК ТОЧНО!

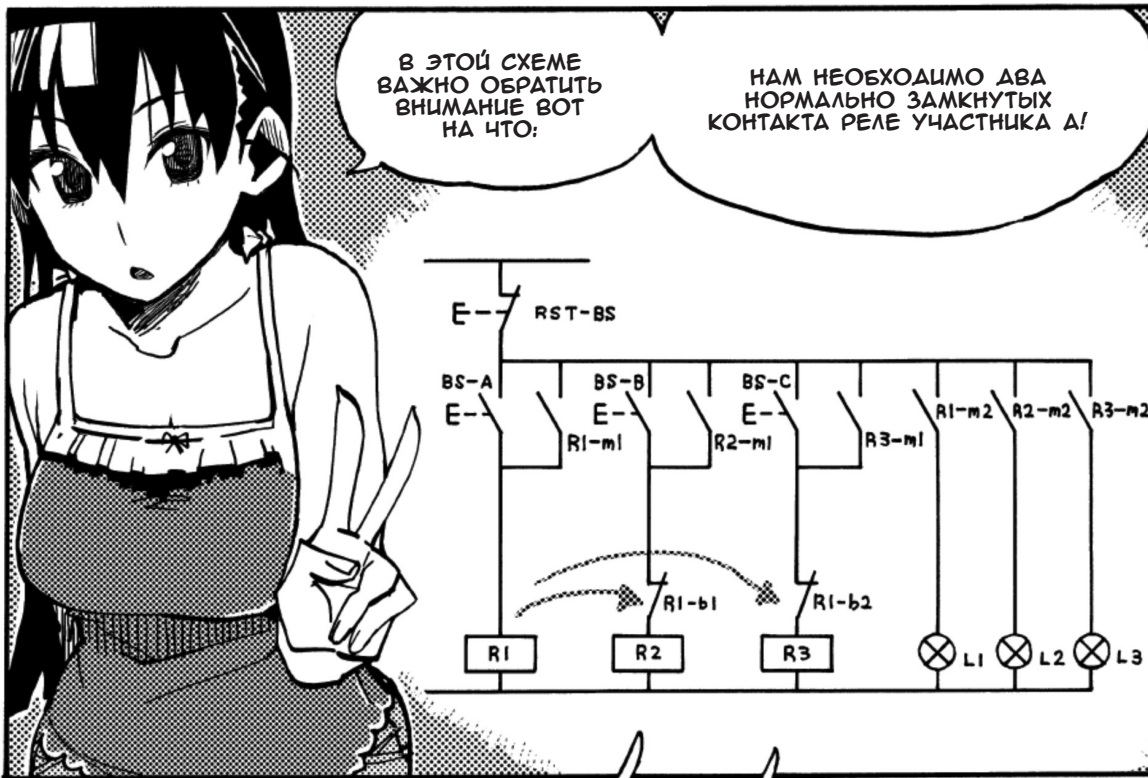
В СЛУЧАЕ ЕСЛИ УЧАСТНИК А ПЕРВЫМ НАЖАЛ НА КНОПКУ...

РАСПОЛОЖЕННЫЕ ПЕРЕД КАТУШКАМИ РЕЛЕ ОСТАЛЬНЫХ УЧАСТНИКОВ НОРМАЛЬНО ЗАМКНУТЫЕ КОНТАКТЫ РЕЛЕ УЧАСТНИКА А РАЗОМКНУТСЯ И ОТКЛЮЧАТ РЕЛЕ R2 УЧАСТНИКА В И R3 УЧАСТНИКА С. СКОЛЬКО БЫ ЭТИ ДВОЕ НИ ЖАЛИ НА КНОПКУ...

ИХ СИГНАЛЬНЫЕ ЛАМПЫ НЕ ЗАЖГУТСЯ!

УГУ!





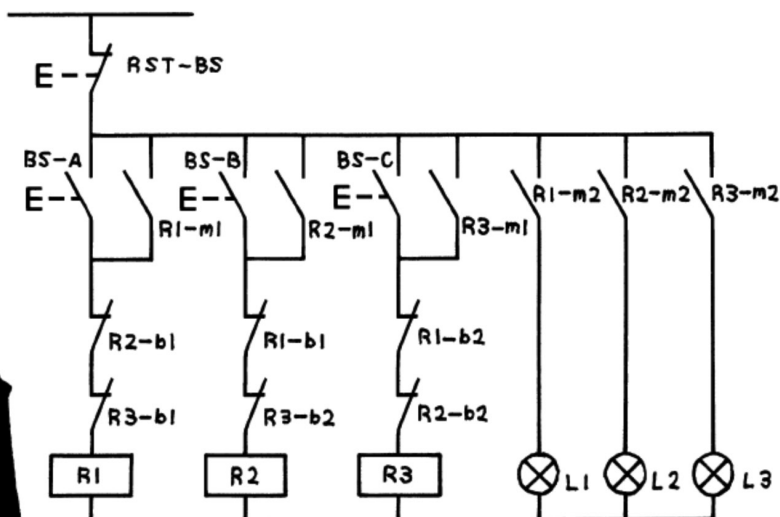


И ТОЧНО ТАК ЖЕ  
ДОБАВИТЬ  
КОНТАКТЫ ДЛЯ  
УЧАСТНИКОВ В И С?

АГА,  
ВСЕ ВЕРНО.

НОРМАЛЬНО ЗАМКНУТЫЕ КОНТАКТЫ РЕЛЕ Р2  
УЧАСТНИКА В НАДО РАЗМЕСТИТЬ ПЕРЕД  
КАТУШКАМИ РЕЛЕ R1 И R3. А НОРМАЛЬНО  
ЗАМКНУТЫЕ КОНТАКТЫ R3 РЕЛЕ УЧАСТНИКА  
С НАДО РАЗМЕСТИТЬ ПЕРЕД КАТУШКАМИ  
РЕЛЕ R1 И R2.

ТОГДА ПЕРЕД КАЖДОЙ КАТУШКОЙ  
РЕЛЕ БУДЕТ ДВА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО  
ПОДКЛЮЧЕННЫХ НОРМАЛЬНО ЗАМКНУТЫХ  
КОНТАКТА.



ПОЛУЧИТСЯ СХЕМА, В КОТОРОЙ ГОРЕТЬ БУДЕТ  
ЛАМПОНКА ТОЛЬКО ТОГО ЧЕЛОВЕКА, КОТОРЫЙ  
ПЕРВЫЙ НАЖАЛ НА КНОПКУ!



## ● Что такое временная диаграмма

НО ЧЕМ СЛОЖНЕЕ  
СТАНОВИТСЯ СХЕМА,  
ТЕМ ТЯЖЕЛЕЕ ПОНИМАТЬ,  
КАК ИМЕННО ОНА  
РАБОТАЕТ...

ТЫ ПРАВ.

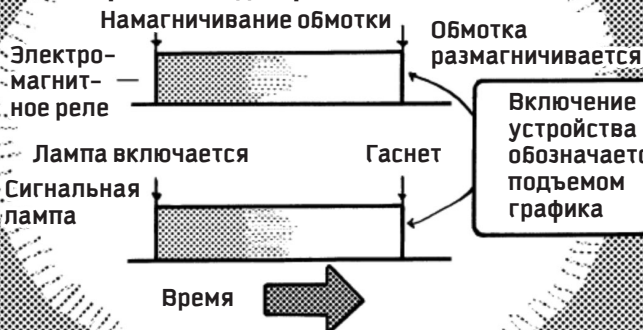
ПОЭТОМУ ИСПОЛЬ-  
ЗУЮТ ТАК НАЗЫВА-  
ЕМУЮ ВРЕМЕННУЮ  
ДИАГРАММУ, КО-  
ТОРАЯ ОТОБРАЖА-  
ЕТ ЗАВИСИМОСТЬ СО-  
СТОЯНИЯ КАЖДОГО  
ИЗ УСТРОЙСТВ СИ-  
СТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ОТ ВРЕМЕНИ.

ИСПОЛЬЗУЮТ  
СХЕМУ ДЛЯ  
ЛУЧШЕГО  
ПОНИМАНИЯ?..

НА ВРЕМЕННОЙ ДИАГРАММЕ  
ПО ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСИ ОТОБРА-  
ЖАЕТСЯ СОСТОЯНИЕ УСТРОЙСТВА,  
ПО ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОСИ - ВРЕ-  
МЯ. ВРЕМЕННЫЕ ДИАГРАММЫ РАЗ-  
НЫХ УСТРОЙСТВ ОТОБРАЖАЮТ ДРУГ  
НАД ДРУГОМ С ОБЩЕЙ ОСЬЮ ВРЕ-  
МЕНИ. ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА  
ИЗОБРАЖАЕТСЯ ПОДЪЕМАМИ И  
СПАДАМИ ГРАФИКА.

ВКЛЮЧЕНИЕ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТ-  
НЫХ РЕЛЕ  
И СИГНАЛЬНЫХ  
ЛАМП ИЗОБРАЖА-  
ЕТСЯ ПОДЪЕМОМ  
ГРАФИКА.

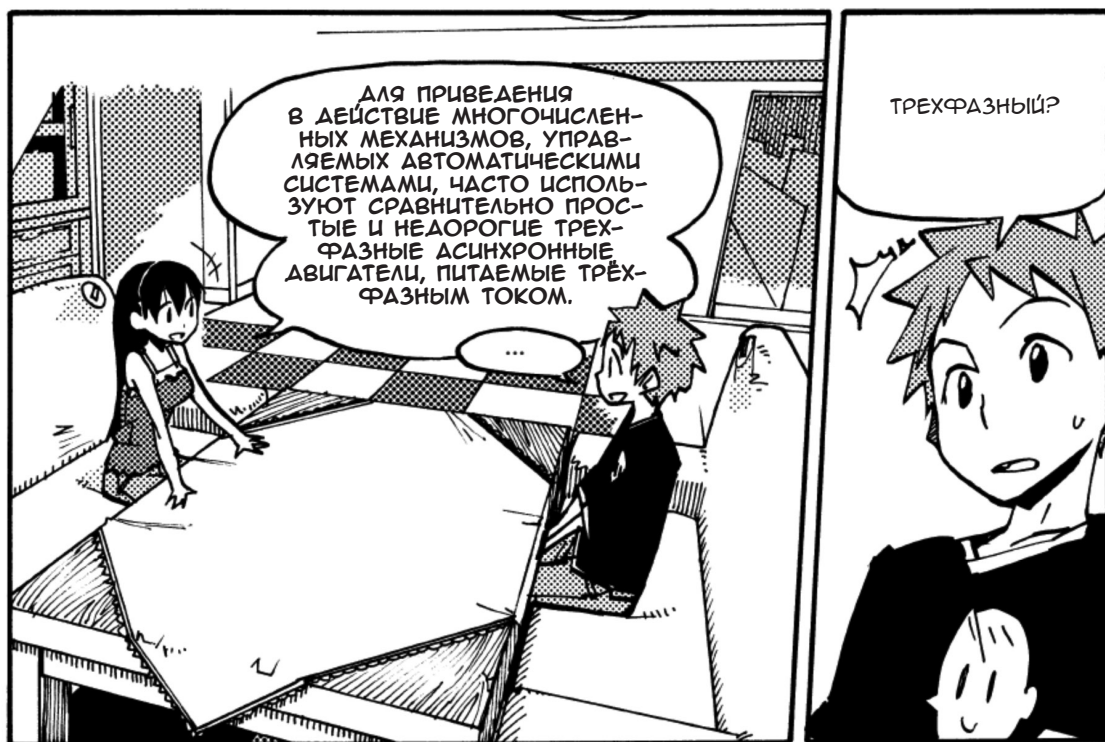
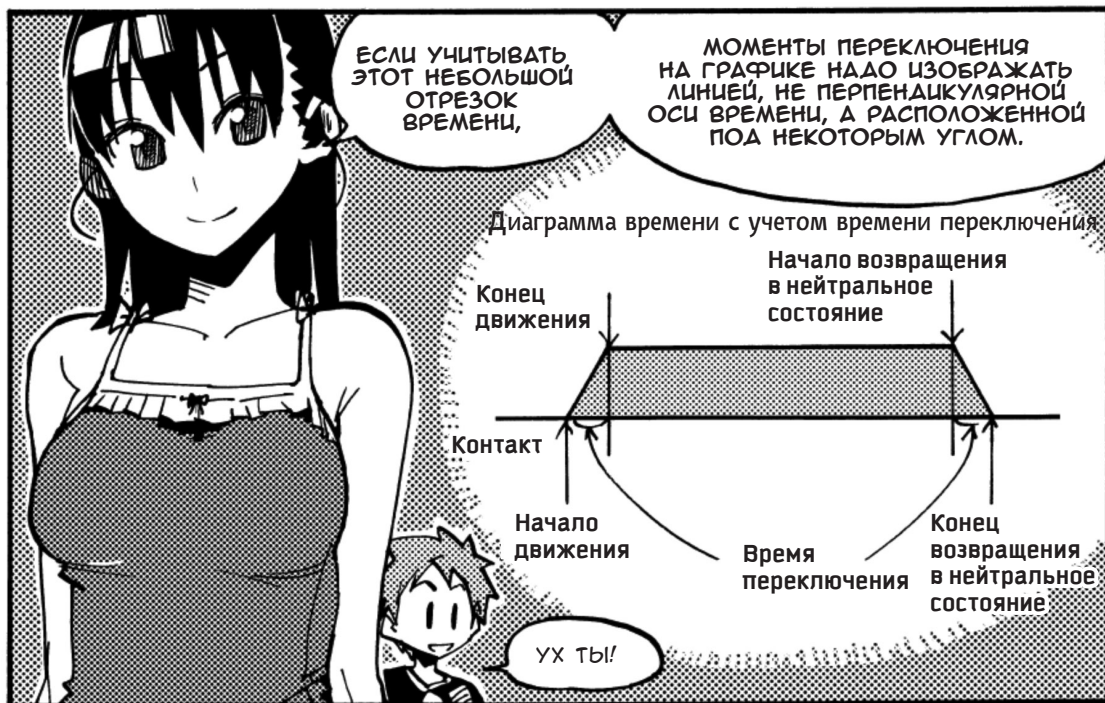
### Временная диаграмма







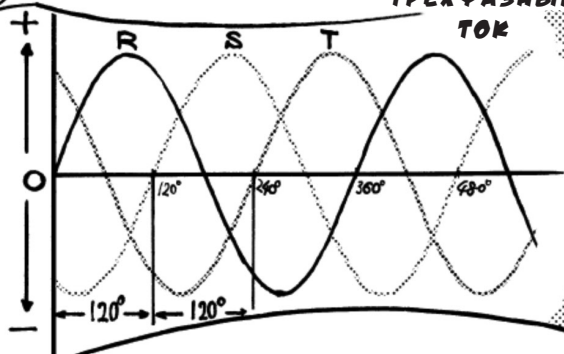






ТРЕХФАЗНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ПЕРЕДАЕТСЯ ПО ТРЁМ ПРОВОДАМ, В КАЖДОМ ИЗ КОТОРЫХ ТЕЧЁТ ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК, СДВИНУТЫЙ НА ТРЕТЬ ПЕРИОДА (ТО ЕСТЬ НА  $120^\circ$  ГРАДУСОВ) ОТНОСИТЕЛЬНО ДВУХ ДРУГИХ.

ТРЕХФАЗНЫЙ  
ТОК



ФАЗНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ПРОВОДА ОБОЗНАЧАЮТ БУКВАМИ R, S, T ИЛИ L1, L2, L3.

МММ, ЧТО-ТО  
Я НЕ ПОНИМАЮ...

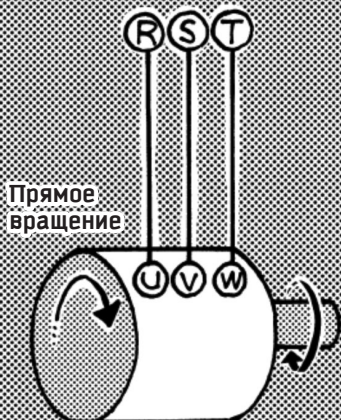
ЕСЛИ Я НАЧНУ  
В ДЕТАЛЯХ ВСЕ  
ОБЪЯСНЯТЬ, ТО  
НАШЕ ЗАНЯТИЕ  
ЗАТЯНЕТСЯ, ПОЭТОМУ  
ПРОСТО ДУМАЙ О  
ТРЕХФАЗНОМ ТОКЕ  
КАК О ЧЕМ-ТО, ЧТО  
ЧАСТО ИСПОЛЬЗУЕТСЯ  
В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

ХОРОШО!



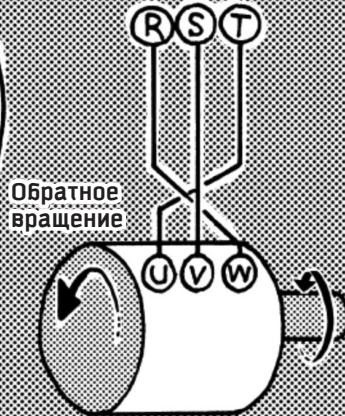
ТОГДА ПРОДОЛЖИМ. В СЛУЧАЕ ЕСЛИ КЛЕММЫ R, S, T ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОДКЛЮЧЕНЫ К КЛЕММАМ ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ПОРЯДКЕ U, V, W, ЭТО НАЗЫВАЕТСЯ ПРЯМЫМ ВРАЩЕНИЕМ.

Трехфазный источник напряжения



А ЕСЛИ ИЗ ТРЕХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА ДВЕ ПОМЕНИТЬ МЕСТАМИ, ВРАЩЕНИЕ БУДЕТ ОБРАТНЫМ.

Трехфазный источник напряжения



В ОЩЕМ, ЕСЛИ ПОМЕНИТЬ ДВА ПРОВОДА, ТО И НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ИЗМЕНИТСЯ.

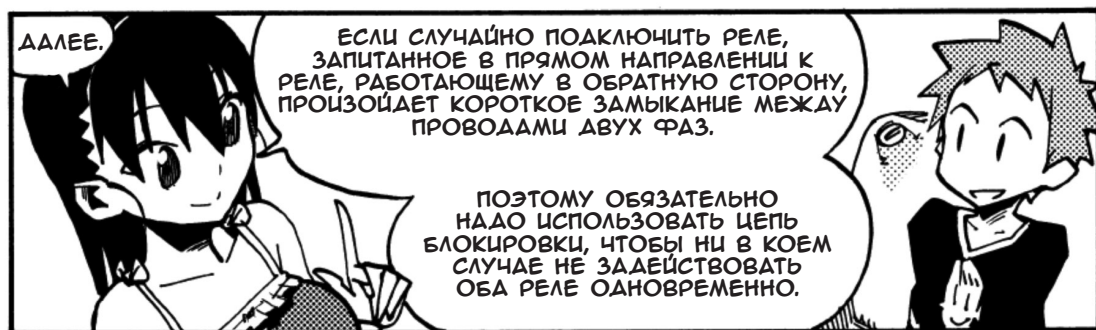
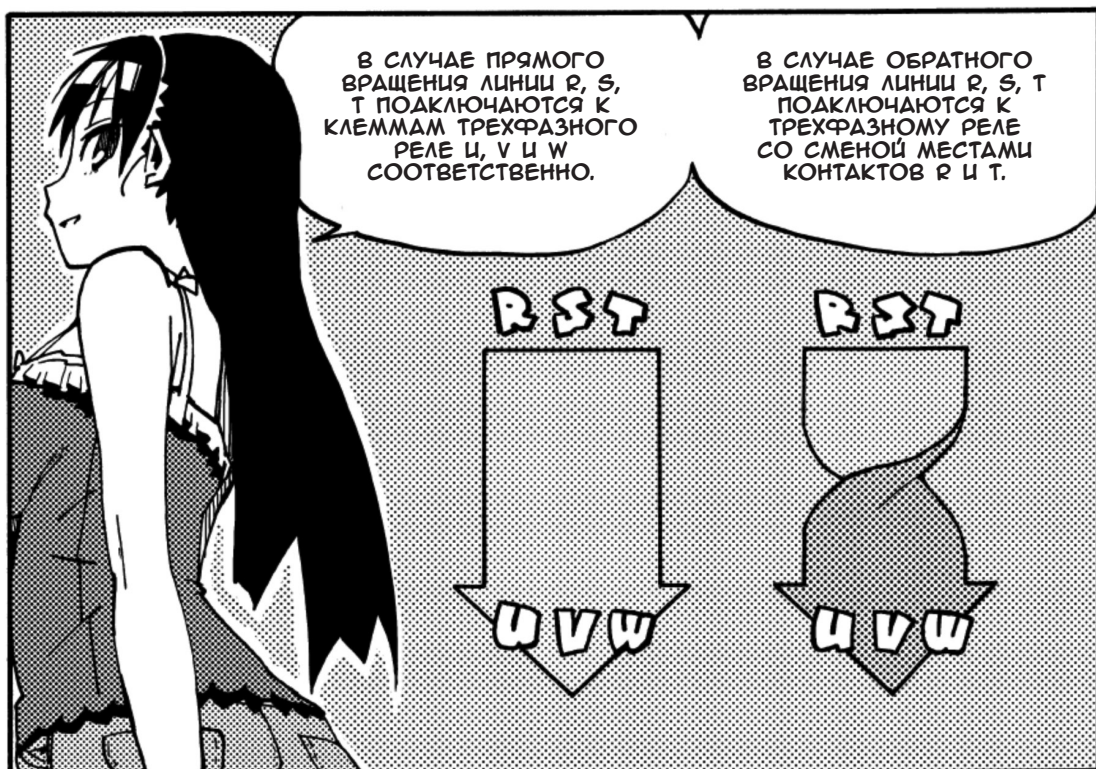
В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗУЮТ ДВА РЕЛЕ, ЧТОБЫ МЕНЯТЬ НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ МОТОРА.

МЕНЯТЬ НАПРАВЛЕНИЕ?



АГА!









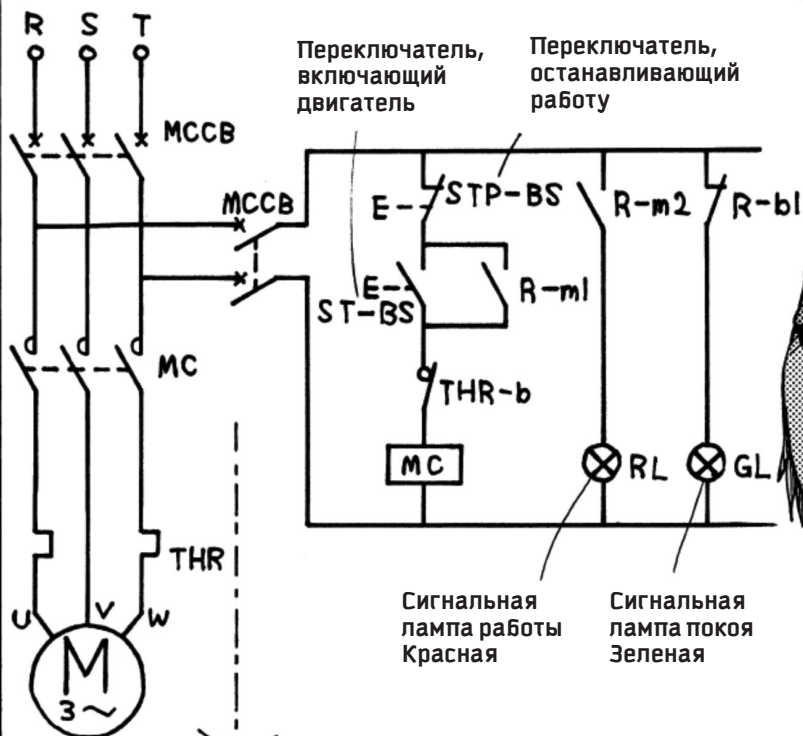
НА ПРАКТИКЕ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТО ИСПОЛЗУЮТСЯ СПЕЦИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ, КОТОРЫЕ УПРАВЛЯЮТ ТРЕХФАЗНЫМИ АСИНХРОННЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ И ДРУГМИ ПОДОБНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ.

ooo...



СХЕМЫ СИСТЕМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯТ ИЗ ДВУХ ЧАСТЕЙ: ЧАСТИ, В КОТОРОЙ ЛИНИИ R, S, T ТРЕХФАЗНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ПОДКЛЮЧАЮТСЯ К КЛЕММАМ U, V, W ДВИГАТЕЛЯ

И ЧАСТИ, В КОТОРОЙ, СОБСТВЕННО, ПРОИСХОДИТ УПРАВЛЕНИЕ, НАПРИМЕР МАГНИТНЫМ ПУСКАТЕЛЕМ.



Силовая цепь

Схема управления



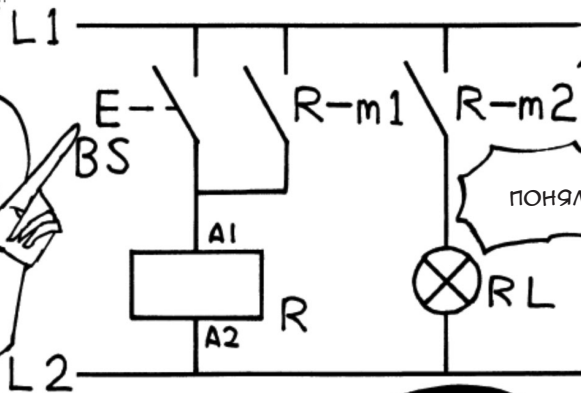






СЕГОДНЯ МЫ  
ПОПРОБУЕМ  
СОБРАТЬ  
ТАКУЮ СХЕМУ.

ЭТО ПРОСТАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ  
СХЕМА, ВКЛЮЧАЮЩАЯ В СЕБЯ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ РЕЛЕ  
С САМОБЛОКИРОВКОЙ,  
КОТОРОЕ ВКЛЮЧАЕТ КРАСНУЮ  
СИГНАЛЬНУЮ ЛАМПУ.



ПОНЯЛ!

НУ ЧТО  
Ж,

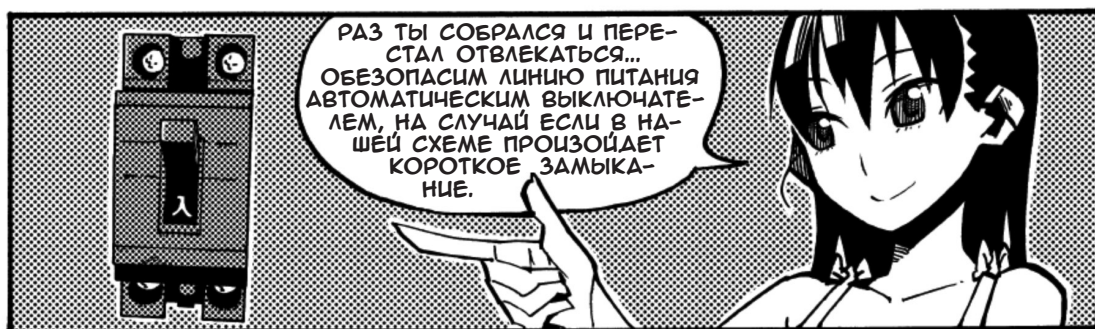
НА ЭТОТ РАЗ НАМ  
ПОНАДОБИТСЯ ВОТ ЭТО:

ТА-ААМ!

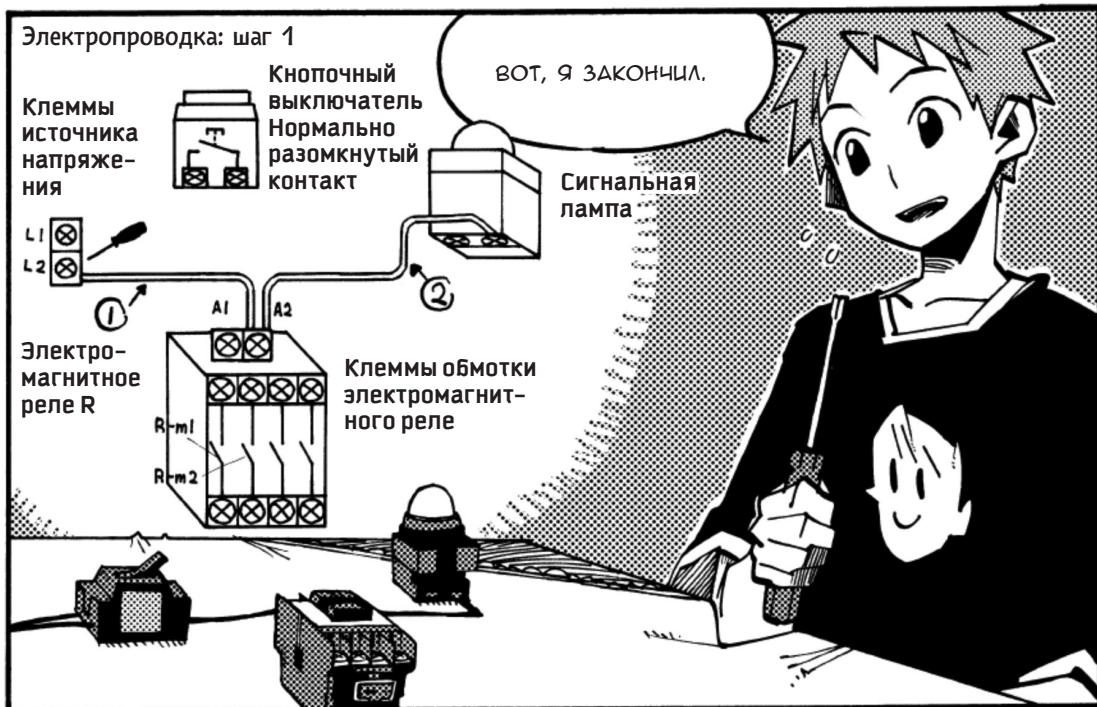
- Кнопочный выключатель BS ..... 1 шт.
- Красная сигнальная лампа RL ..... 1 шт.
- Электромагнитное реле R ..... 1 шт.
- Автоматический выключатель ..... 1 шт.
- Провода ..... Сколько потребуется



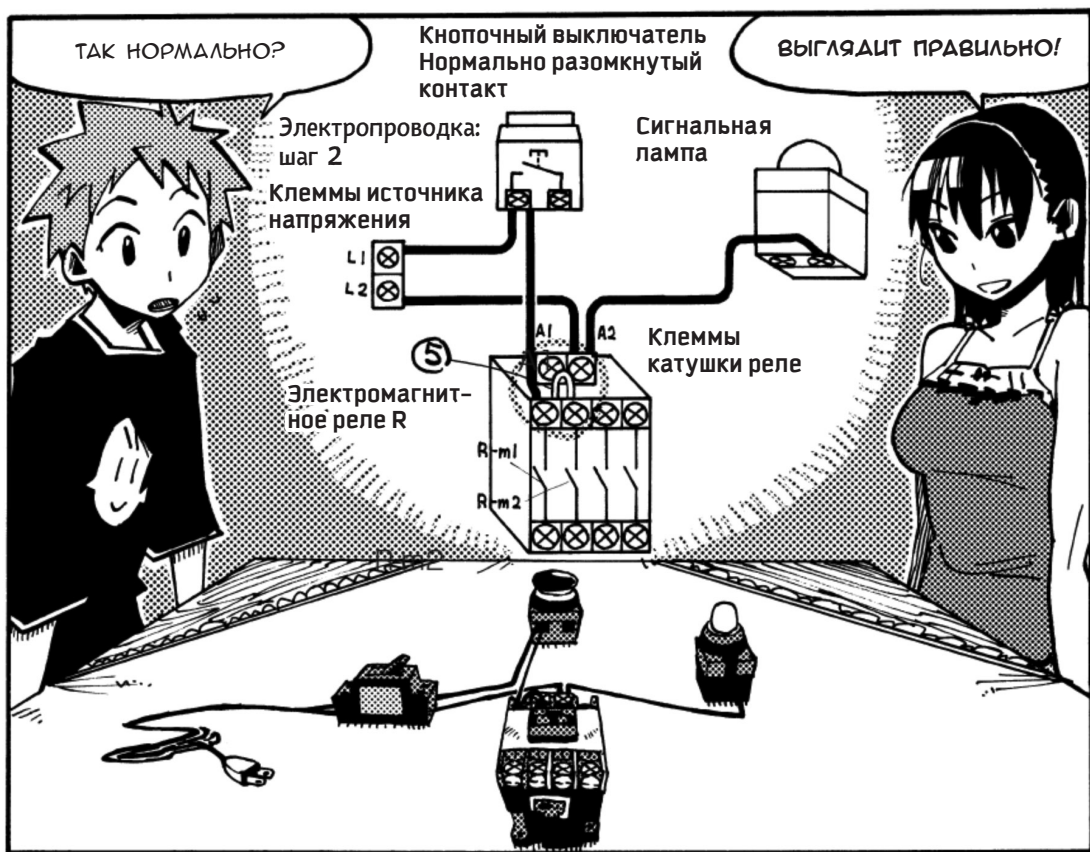
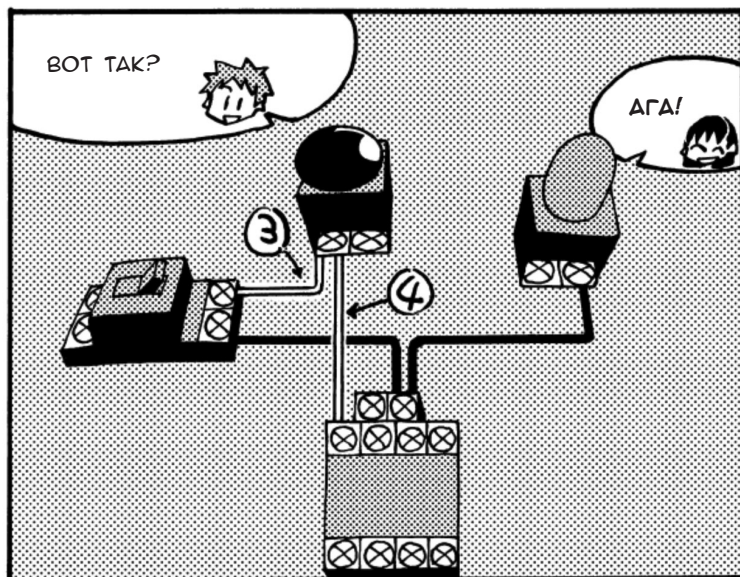












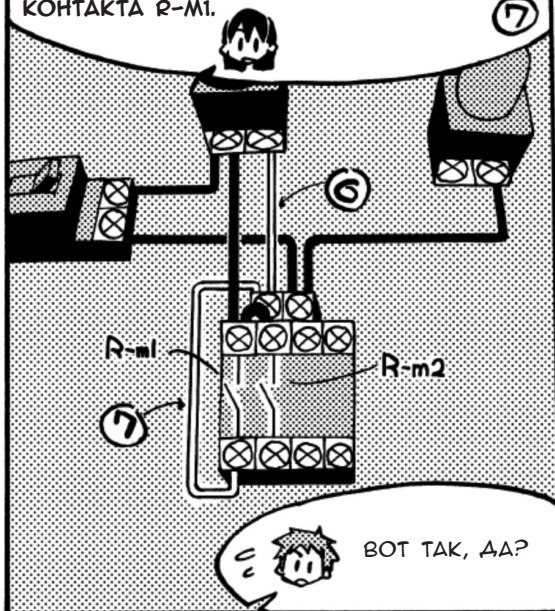


ЗАТЕМ ПОДКЛЮЧАЕМ ПРАВУЮ КЛЕММУ КНОПОЧНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ К КЛЕММЕ А1 ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РЕЛЕ.

⑥

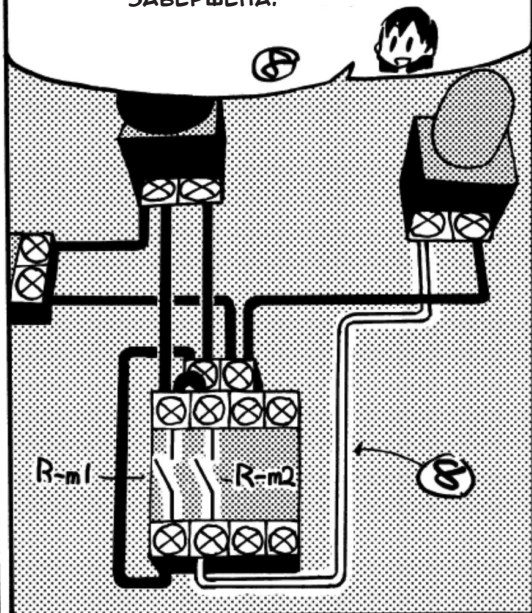
А ПОСЛЕ ЭТОГО ПОДКЛЮЧАЕМ КЛЕММУ А1 К НИЖНЕЙ КЛЕММЕ НОРМАЛЬНО РАЗОМКНУТОГО КОНТАКТА R-M1.

⑦



НУ И НАКОНЕЦ, ЕСЛИ ПОДКЛЮЧИТЬ НИЖНЮЮ КЛЕММУ НОРМАЛЬНО РАЗОМКНУТОГО КОНТАКТА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РЕЛЕ R-M2 К ЛЕВОЙ КЛЕММЕ СИГНАЛЬНОЙ ЛАМПЫ, ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА БУДЕТ ЗАВЕРШЕНА.

⑧



Электропроводка: шаг 3

Клеммы источника электроэнергии

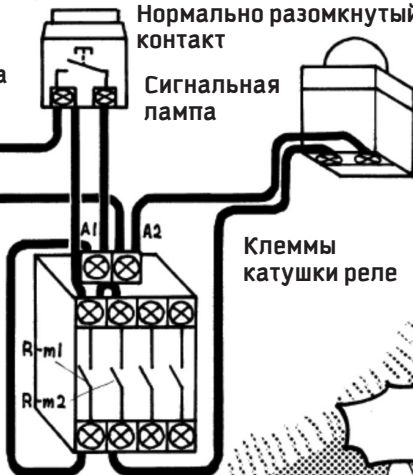
L1  
L2

Кнопочный выключатель  
Нормально разомкнутый контакт

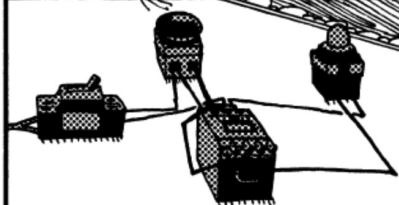
Сигнальная лампа

Электромагнитное реле R

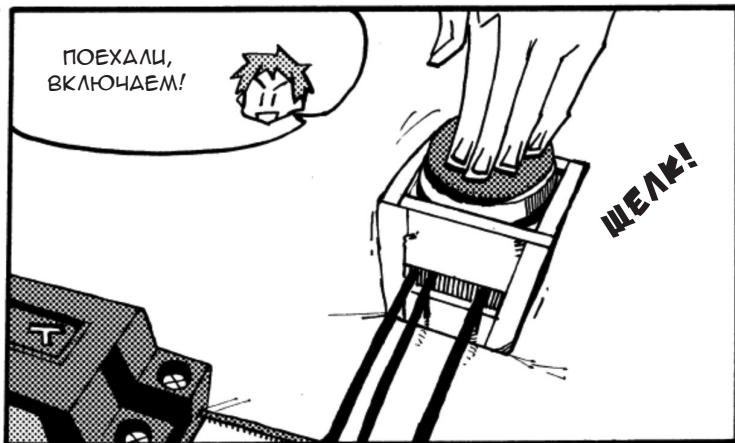
Клеммы катушки реле



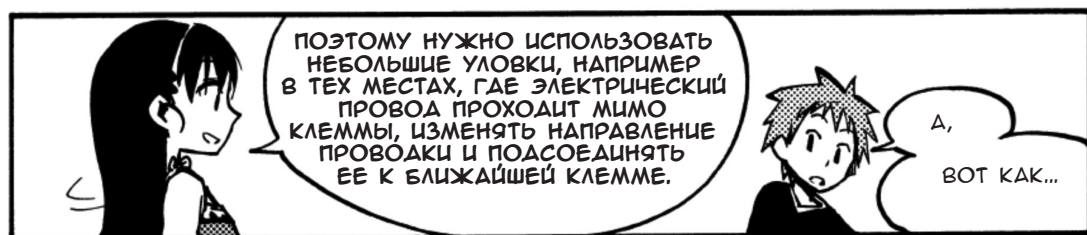
У ТЕБЯ ВСЕ ПОЛУЧИЛОСЬ!

















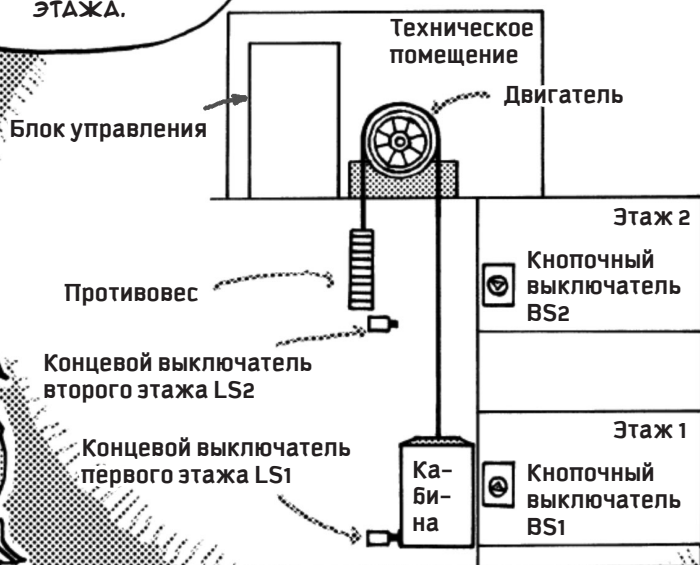
● Простейшая система управления лифтом

НУ И В ЗАКЛЮЧЕНИЕ  
ДАВАЙ НЕМНОГО  
ПОГОВОРИМ О ЛИФТАХ...

О!  
НАКОНЕЦ-  
ТО!

Я БУДУ ОБЪЯСНЯТЬ  
НА ПРИМЕРЕ  
ПРОСТЕЙШЕГО ЛИФТА  
ВСЕГО НА ДВА  
ЭТАЖА.

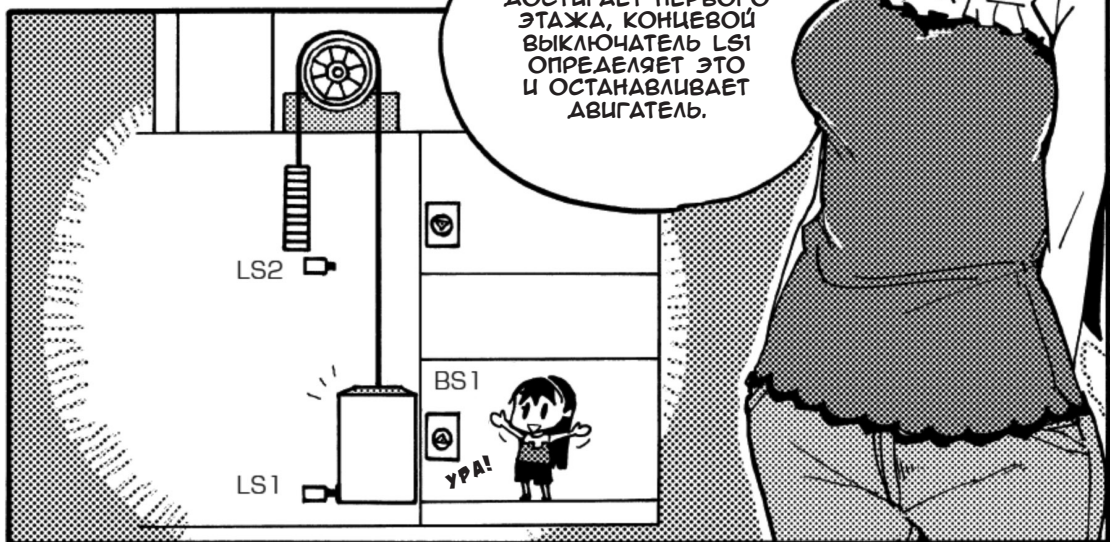
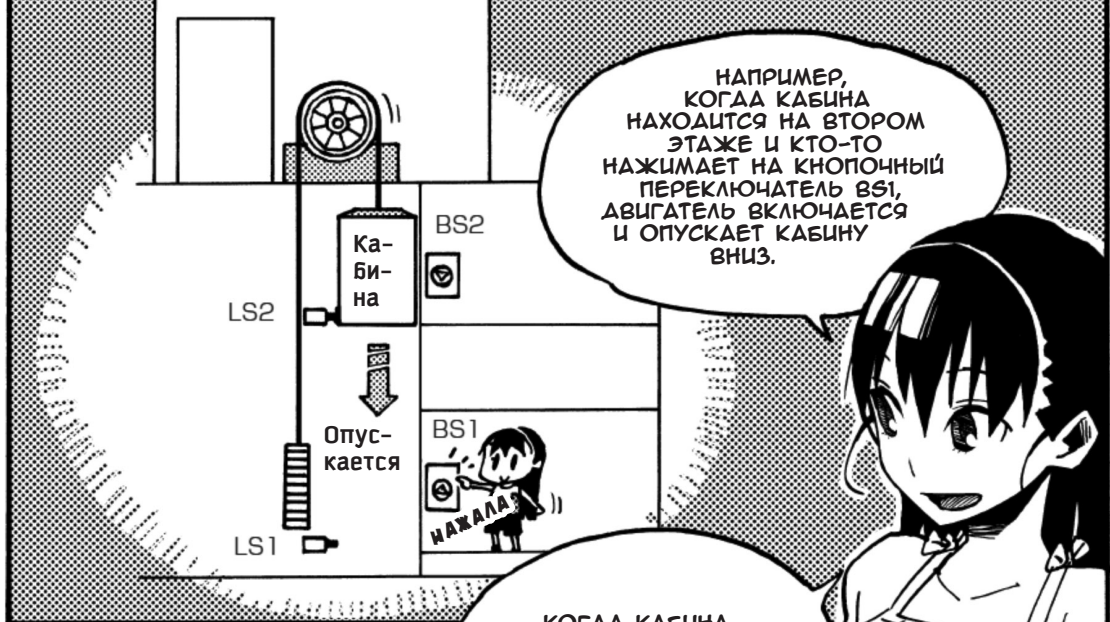
ВОТ КАК УСТРОЕН  
ТАКОЙ ЛИФТ:



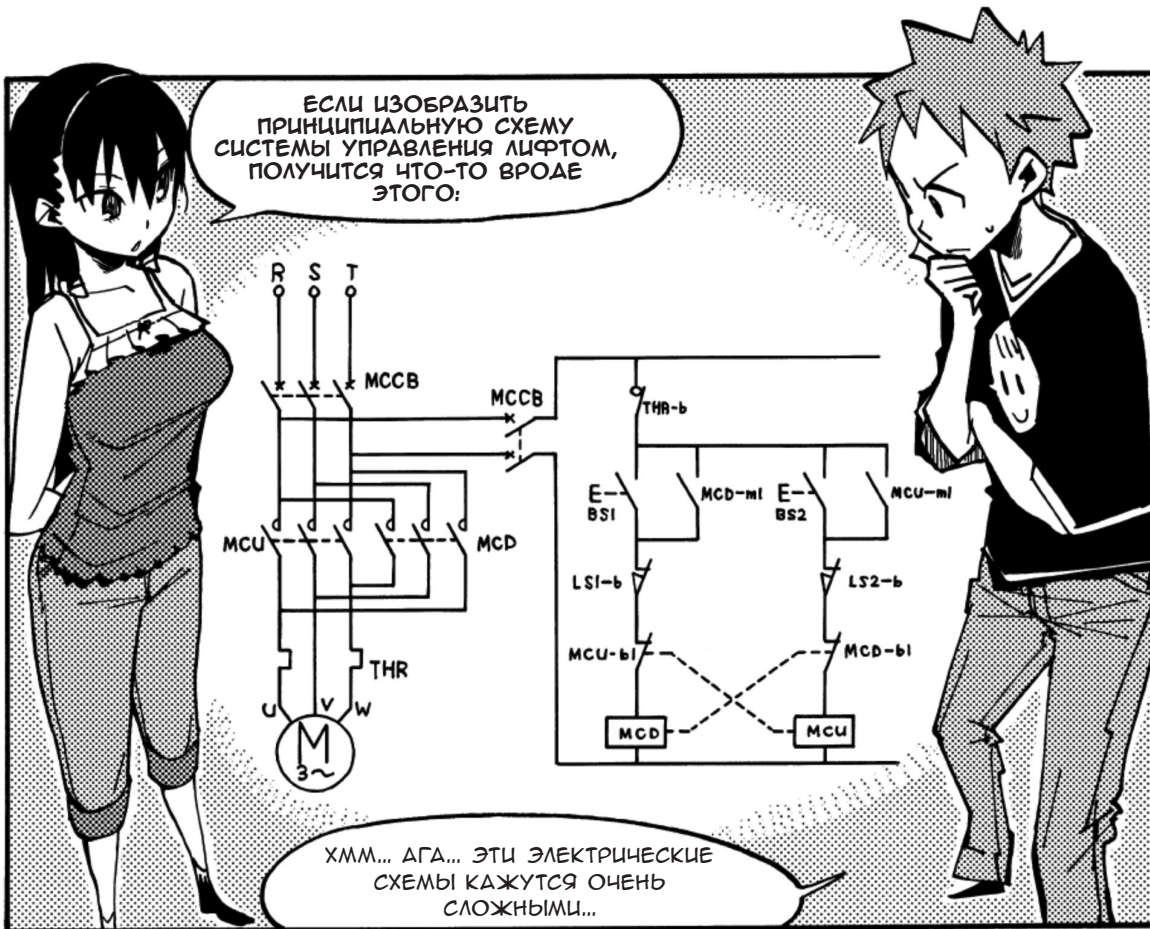
А НАШ ЛИФТ  
УСТРОЕН  
ТАК ЖЕ?

В ОСНОВЕ ЛЕЖАТ ОДНИ  
И ТЕ ЖЕ ПРИНЦИПЫ.  
ДАВАЙ НА ЭТОМ ЖЕ  
ПРИМЕРЕ Я ВКРАТЦЕ  
ОБЪЯСНЮ, КАК РАБОТАЕТ  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ  
УПРАВЛЕНИЕ ЛИФТОМ.

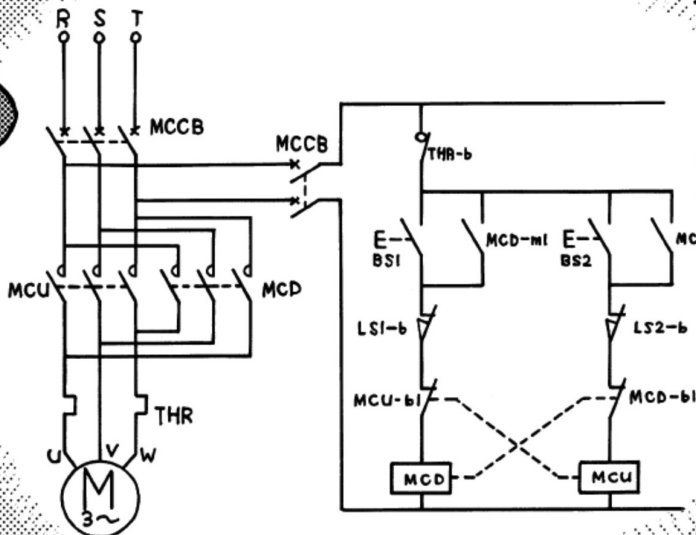








ЕСЛИ ИЗОБРАЗИТЬ  
ПРИНЦИПИАЛЬНУЮ СХЕМУ  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИФТОМ,  
ПОЛУЧИТСЯ ЧТО-ТО ВРОДЕ  
ЭТОГО:



ХММ... АГА... ЭТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ  
СХЕМЫ КАЖУТСЯ ОЧЕНЬ  
СЛОЖНЫМИ...

ВДОБАВОК  
К ЭТОМУ  
НАСТОЯЩИЙ  
ЛИФТ НЕ ТАКОЙ  
ПРОСТОЙ.

ЕСТЬ РАЗНЫЕ  
ОГРАНИЧЕНИЯ,  
НАПРИМЕР: ДВИ-  
ГАТЕЛЬ ЛИФТА  
МОЖЕТ ВКЛЮ-  
ЧИТЬСЯ ТОЛЬ-  
КО В ТОМ СЛУ-  
ЧАЕ, ЕСЛИ ДВЕРИ  
НА ВСЕХ ЭТА-  
ЖАХ И В КАБИНЕ  
ЗАКРЫТЫ...

ИЛИ ЧТОБЫ  
ПЕРЕД  
ПРИБЫТИЕМ  
НА ВЫБРАННЫЙ  
ЭТАЖ ДВИГАТЕЛЬ  
ЛИФТА  
СБРАСЫВАЛ  
СКОРОСТЬ...

НЕОБ-  
ХОДИМА НЕВЕРО-  
ЯТНО ПОДРОБНАЯ СХЕ-  
МА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО  
УПРАВЛЕНИЯ.







НО ЕСЛИ ТЫ ЗНАЛА,  
ЧТО НЕПРОФЕССИО-  
НАЛУ НИКОГДА НЕ  
ПОЧИНИТЬ ЛИФТ, ПО-  
ЧЕМУ ЖЕ ТЫ ПРО-  
ДОЛЖАЛА МЕНЯ  
УЧИТЬ?



ПОКА  
Я РАССКАЗЫВАЛА  
ТЕБЕ ПРО  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ  
УПРАВЛЕНИЕ,  
ТЫ КО МНЕ  
ПРИХОДИЛ.

ПОКРАСНЕЛА



ПОТОМУ  
ЧТО...

ЧТО?!

НЕТ!

И ВО ВСЕ НЕ ТАК!  
ООЯ, ЕСЛИ БЫ ТЫ БЫЛА ЗА,  
Я БЫ ПРОСТО ТАК К ТЕБЕ  
ПРИХОДИЛ!

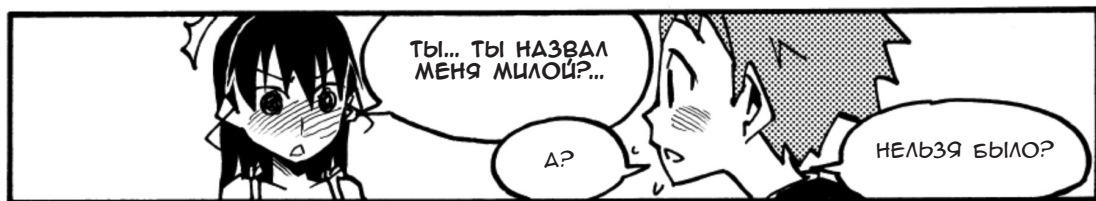
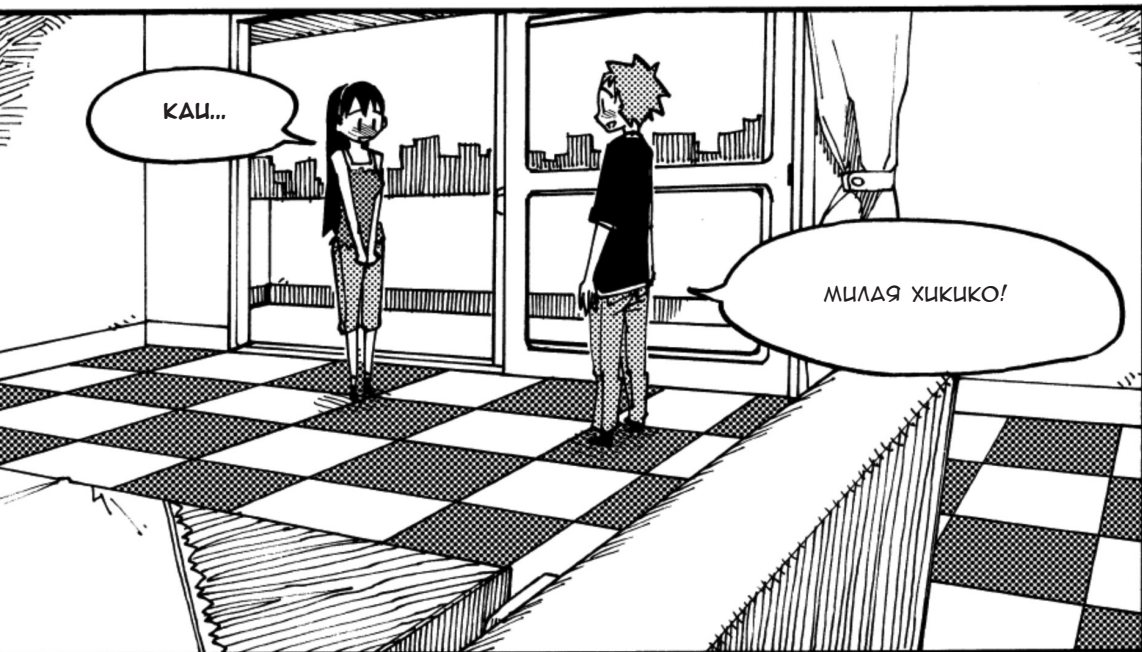
ХЕ-ХЕ-ХЕ...

СПАСИБО.

НЕТ, НЕТ, ЧТО ТЫ!  
ЭТО ТЕБЕ ОГРОМНОЕ  
СПАСИБО.

МНЕ НРАВИЛОСЬ  
СЛУШАТЬ ТВОИ УРОКИ,  
ООЯ!









## ГЛАВА 6 ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

### Основные принципы и временные диаграммы

В электрической схеме, состоящей из кнопочного выключателя и сигнальной лампы, изображенной на схеме 6.1, при нажатии на кнопку включается лампочка, а если отпустить кнопку – выключается.

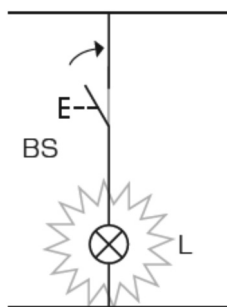


Схема 6.1. Кнопочный выключатель и сигнальная лампа

Затем добавим в схему электромагнитное реле, как на схеме 6.2: контакты кнопочного выключателя подключены параллельно нормально разомкнутым контактам электромагнитного реле. В такой цепи при нажатии на кнопку реле включается, и ток течет через катушку реле через контакт R-m1, и даже если отпустить кнопку, реле останется во включенном состоянии.

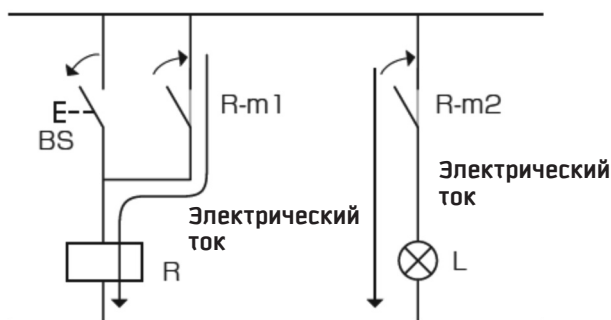


Схема 6.2. Схема с самоблокировкой



Подобные схемы, которые удерживаются в переключенном состоянии за счет собственных контактов, называются схемами с самоблокировкой. Такие схемы являются очень важными составляющими систем управления, поскольку они позволяют перейти от ручного управления к автоматическому.

Чтобы вернуть цепь, перешедшую в режим самоблокировки, в исходное состояние, необходимо прервать ток, который намагничивает реле. Например, если добавить еще один кнопочный выключатель, с помощью его нормально замкнутого контакта можно будет отключить электромагнитное реле и вернуть систему в исходное состояние. На схеме 6.3 нормально замкнутый контакт изображен подключенным к линии электропитания, однако если расположить его под катушкой реле, схема будет работать точно так же.

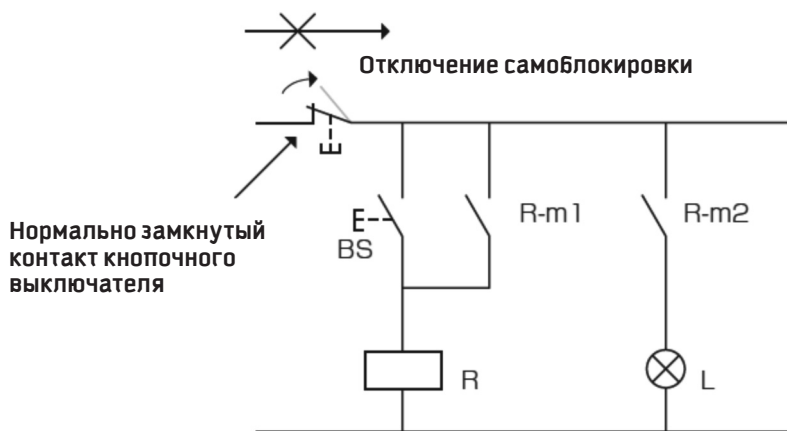
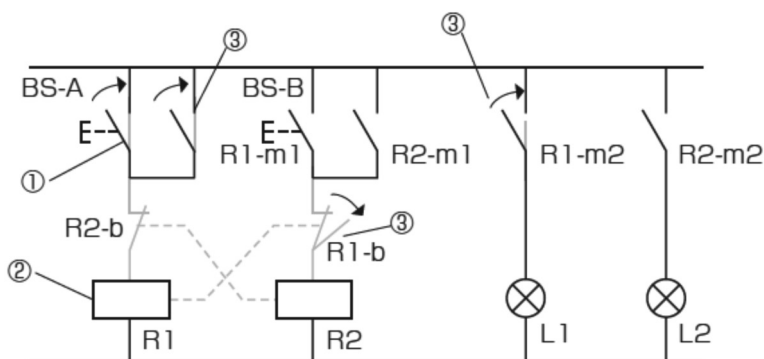


Схема 6.3. Отключение самоблокировки цепи

Если в двух взаимосвязанных схемах с самоблокировкой добавить по нормально замкнутому контакту реле А перед реле Б и наоборот, то тогда сможет включиться только то реле, кнопочный выключатель которого был нажат первым, а реле, кнопочный выключатель которого был нажат во вторую очередь, не включится. Подобные цепи, которые останавливают работу других цепей, называют цепями блокировки.

Такие схемы используются в тех случаях, когда одновременная работа нескольких механизмов, взаимодействующих друг с другом, вызовет неудобства или неисправность. По-английски такие цепи называются «interlock circuit», или «схемы взаимной блокировки».





Цепь блокировки, которая не позволяет включиться одновременно реле R1 и R2  
 Действие 1: нажимается кнопочный выключатель BS-A  
 Действие 2: включается электромагнитное реле R1  
 Действие 3: замыкается контакт R1-m1, и реле R1 переходит в режим самоблокировки. Замыкается контакт R1-m2, загорается сигнальная лампа L1, размыкается контакт R1-b. В этом состоянии схемы, даже если нажать на кнопочный выключатель BS-B, электромагнитное реле R2 не включится.

Схема 6.4. Схема взаимной блокировки

В работе систем последовательного управления обычно различные устройства начинают работу в разное время, в соответствии с алгоритмом работы схемы. Если отобразить этот процесс в виде графика, получится так называемая «временная диаграмма», глядя на которую, можно наглядно представить работу каждого из устройств и их связи между собой.

На временных диаграммах ось времени горизонтальна, а включение устройства изображается в виде подъема соответствующей ему линии. На схеме 6.5 изображена схема, в которой при нажатии на кнопочный выключатель электромагнитное реле переходит в режим самоблокировки и загорается сигнальная лампа, соответствующая временная диаграмма изображена на схеме 6.6.

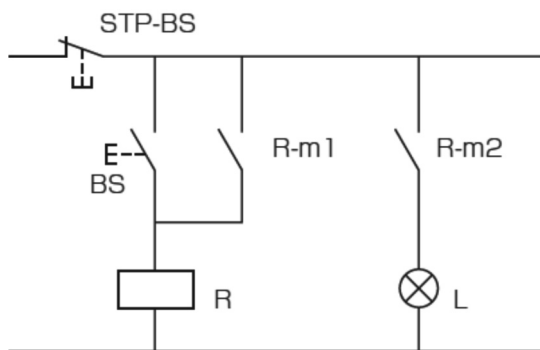
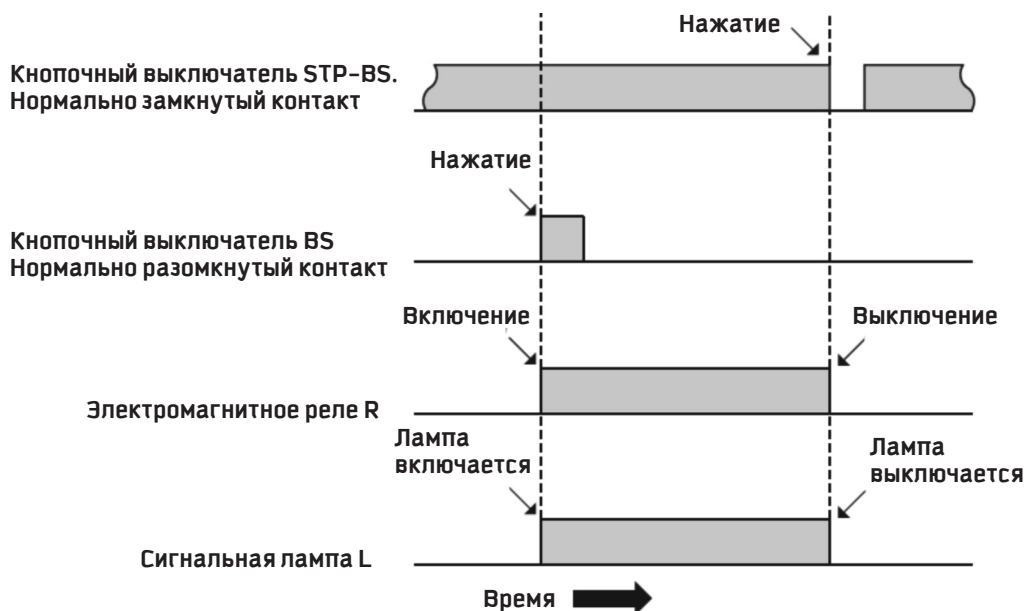


Схема 6.5. Схема с самоблокировкой, включающая сигнальную лампу



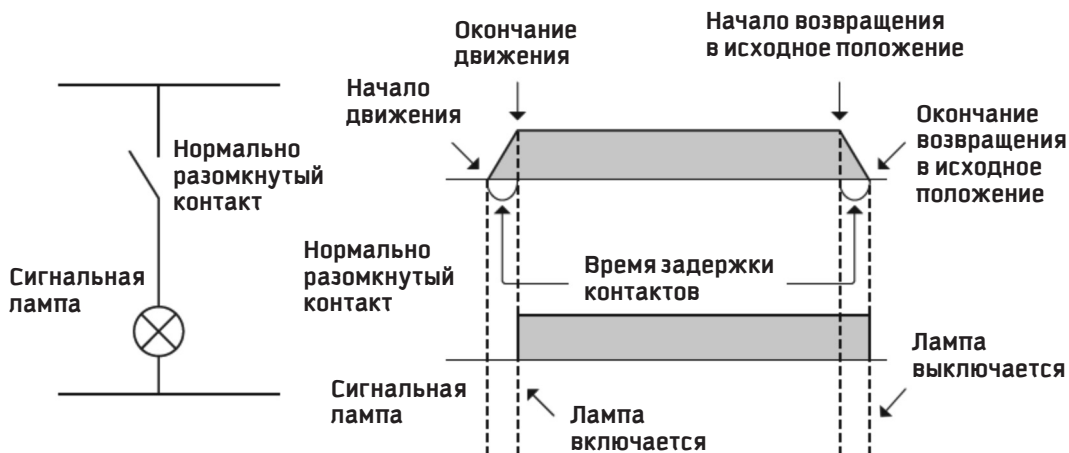


При нажатии на кнопочный выключатель BS реле R включается, и загорается сигнальная лампа L.  
При нажатии на кнопочный выключатель STP-BS перезагрузки электромагнитное реле R отключается, и сигнальная лампа L гаснет.

Схема 6.6. Временная диаграмма работы схемы с самоблокировкой

Изменение положения контактов переключателя и электромагнитного реле требует небольшого, но вполне заметного времени. В случае если этот незначительный отрезок времени необходимо отобразить на временной диаграмме, подъем и спад графика состояния устройства изображаются линией, идущей не под прямым углом, а с небольшим наклоном.





В связи с тем, что нормально разомкнутый контакт переключается с задержкой, сигнальная лампа включается и выключается с некоторым запаздыванием.

Схема 6.7. Время переключения

## Схемы с таймерами

На схеме 6.8 изображена схема с задержкой включения, использующая электромагнитное реле и таймеры. При нажатии на кнопочный выключатель BS электромагнитное реле переходит в режим самоблокировки, в то же время начинается работа таймера. Через заданный промежуток времени нормально разомкнутые контакты таймера замыкаются, и включается сигнальная лампа.

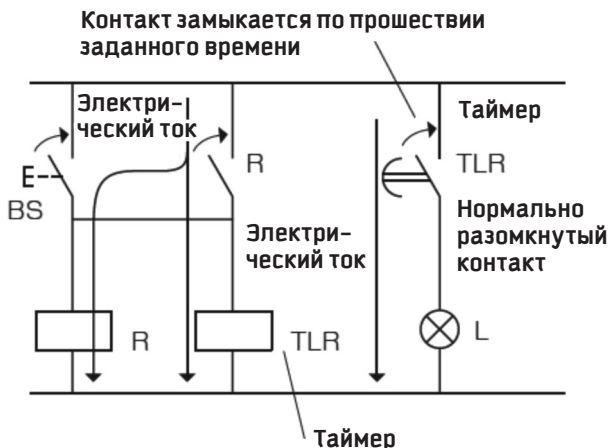


Схема 6.8. Схема с таймером задержки включения



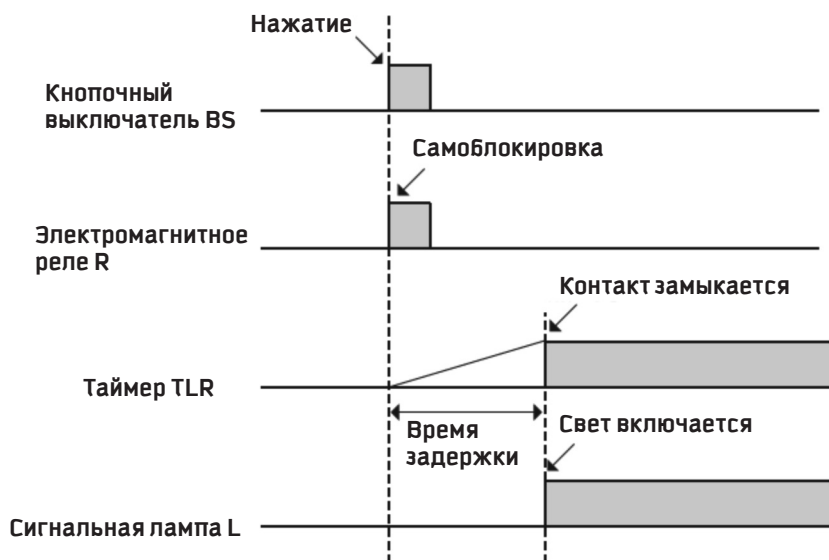


Рис. 6.9. Временная диаграмма работы схемы с задержкой включения



#### Схема с последовательным включением

В схеме, изображенной на рис. 6.10, используются три устройства с самоблокировкой, и включение устройств возможно только при нажатии кнопок в определенном порядке: А, В, С. Такие схемы называются схемами с последовательным включением, и они используются в тех случаях, когда необходимо подключать разнообразные устройства в заранее определенном порядке.

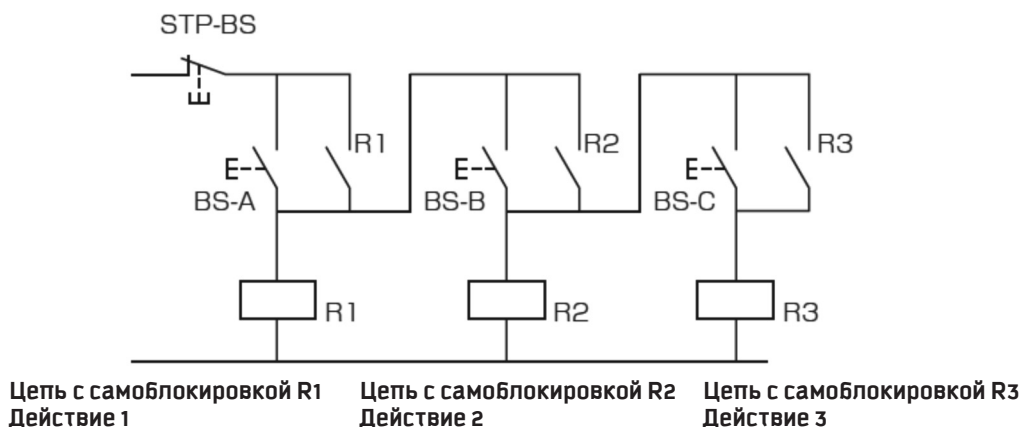
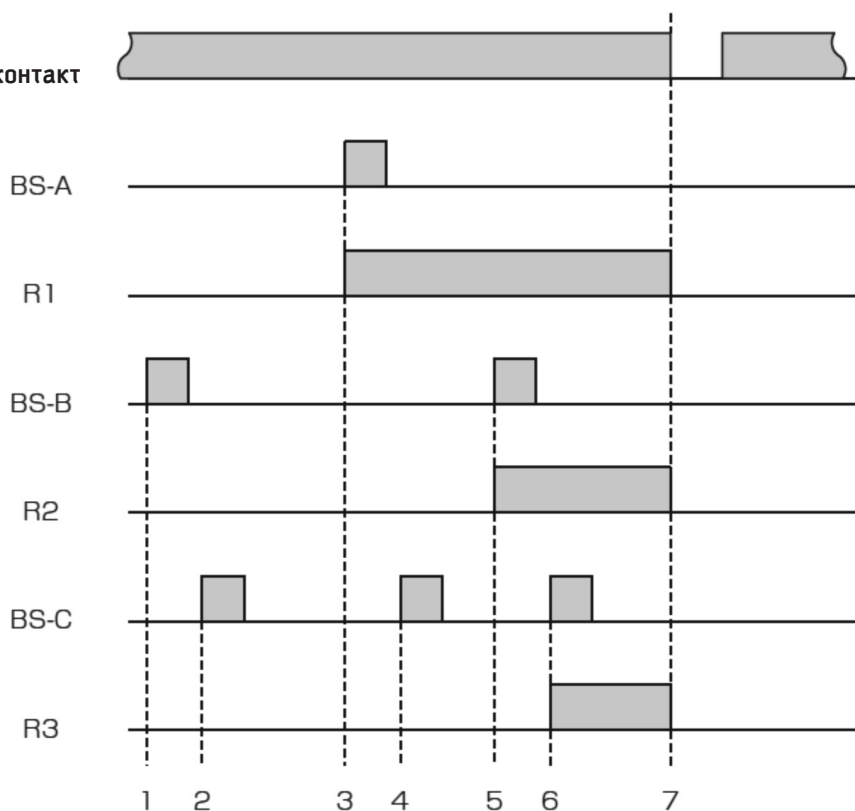


Схема 6.10. Схема с последовательным включением



STP-BS  
Нормально  
замкнутый контакт



Действие 1: При нажатии на кнопочный выключатель BS-B реле R2 не включается  
 Действие 2: При нажатии на кнопочный выключатель BS-C реле R3 не включается  
 Действие 3: При нажатии на кнопочный выключатель BS-A реле R1 переходит в режим самоблокировки  
 Действие 4: При нажатии на кнопочный выключатель BS-C реле R3 не включается  
 Действие 5: При нажатии на кнопочный выключатель BS-B реле R2 переходит в режим самоблокировки  
 Действие 6: При нажатии на кнопочный выключатель BS-C реле R3 переходит в режим самоблокировки  
 Действие 7: При нажатии на кнопочный выключатель STP-BS все реле перегружаются

Схема 6.11. Временная диаграмма работы схемы с последовательным включением



## ● Схема защитного отключения двигателя

Системы автоматического управления с электромагнитными реле часто используются для управления электродвигателями. В схеме управления двигателем используется управляющее устройство под названием магнитный пускатель. Это специальное реле, состоящее из электромагнитного контактора и термореле (тепловое реле перегрузки), отключающего защищаемую электрическую цепь в случае перегрузки. Термореле – это устройство, в котором при повышенном токе через обмотки двигателя под воздействием электрического тока нагревается биметаллическая пластина и приводит в действие контакты аварийного выключателя. После того как контакты были разомкнуты, их надо вернуть в исходное состояние вручную, после устранения неисправности двигателя.

Нормально замкнутые контакты термореле используются для того, чтобы прервать работу устройства, а нормально разомкнутые – чтобы зажигать сигнальную лампу, сообщающую о неисправности и, т. д.

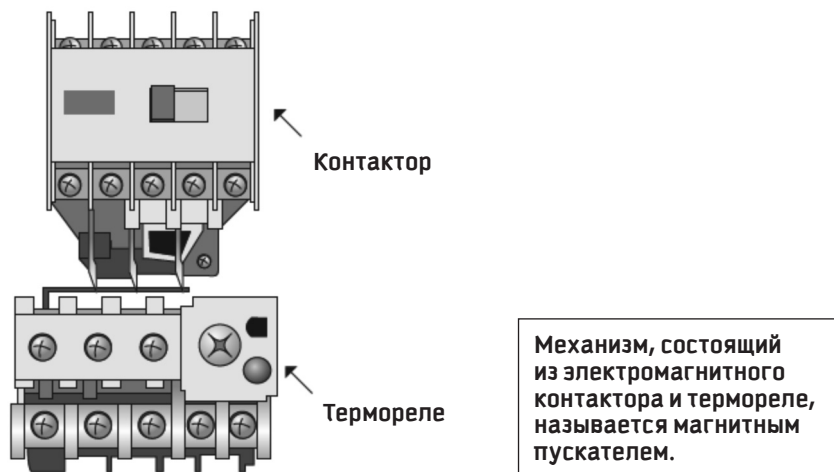


Схема 6.12. Магнитный пускатель

Нагревающийся элемент	Контакты	
	Нормально разомкнутый контакт	Нормально замкнутый контакт

Схема 6.13. Условное обозначение термореле





Схема 6.14. Схема защиты электродвигателя



Основной включатель  
STP-BS

Выключатель ST-BS  
запуска двигателя

Защитный  
выключатель MC

Нормально замкнутый  
контакт термореле  
THR-b

Сигнальная лампа  
нормальной работы  
(красная) RL

Сигнальная лампа  
нормальной работы  
(красная) RL

Трехфазный  
асинхронный  
двигатель

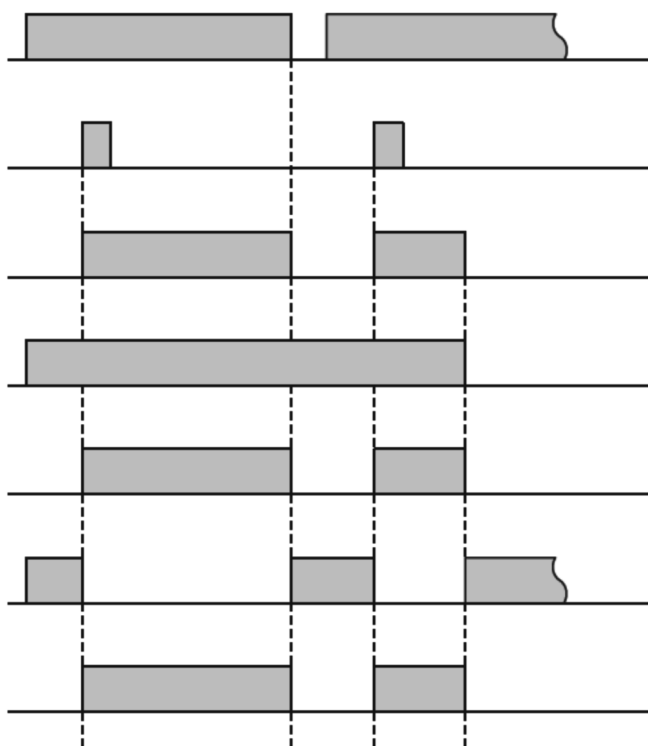


Схема 6.15. Временная диаграмма работы схемы защитного отключения двигателя

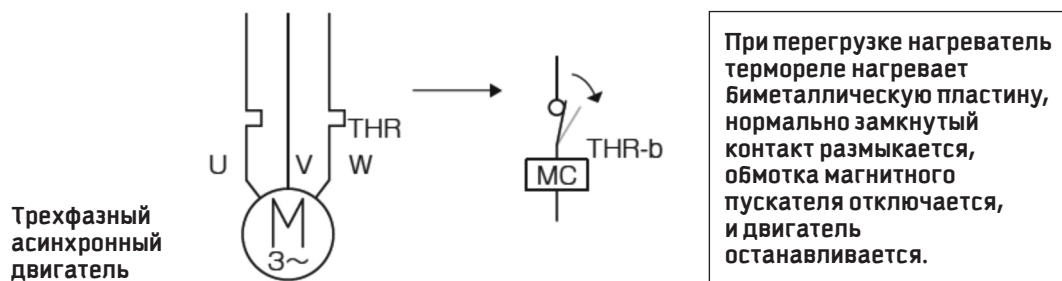
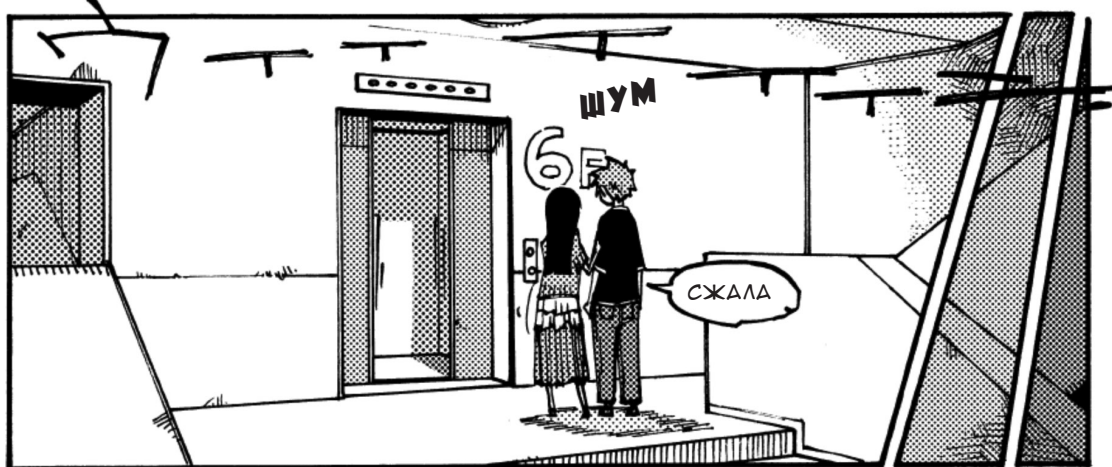
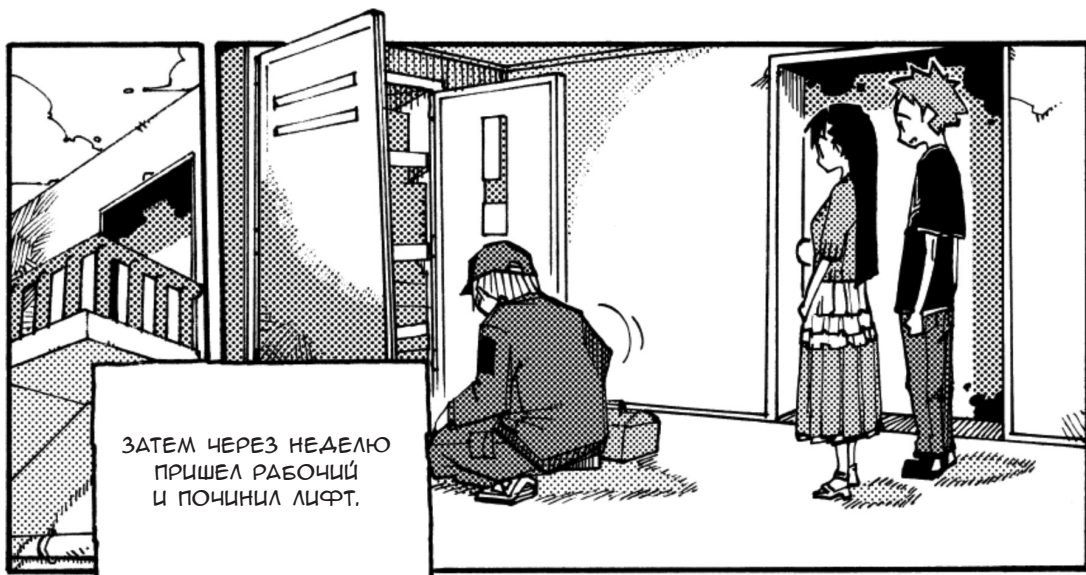
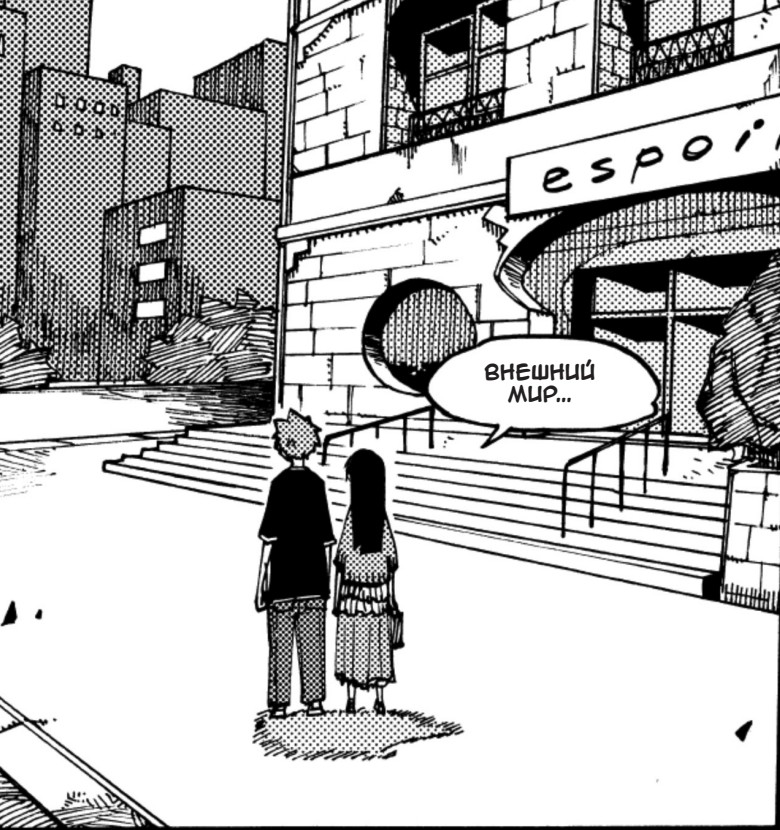


Схема 6.16. Работа термореле









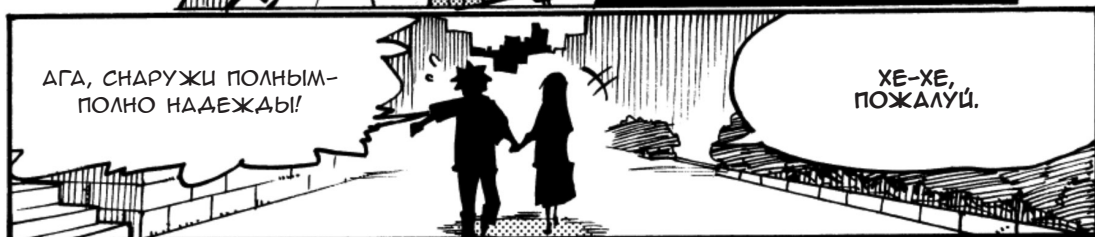




ОКАЗЫВАЕТСЯ,  
ТАК  
УДИВИТЕЛЬНО...

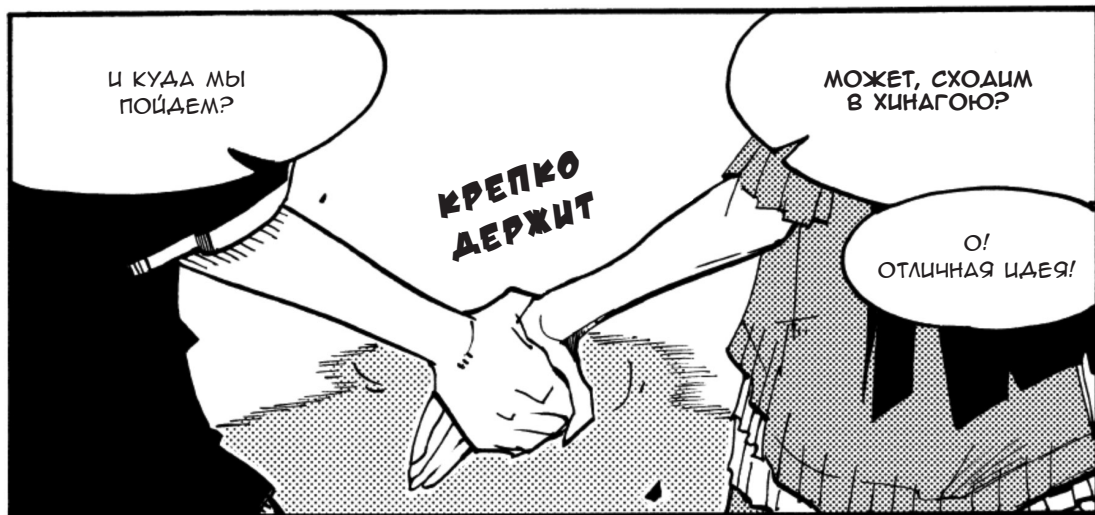
У  
Л  
Ы  
Б  
И  
У  
Л  
А  
С  
Ь

ОНА БЫЛА  
СОВСЕМ БЛИЗКО.



АГА, СНАРУЖИ ПОЛНЫМ-  
ПОЛНО НАДЕЖДЫ!

ХЕ-ХЕ,  
ПОЖАЛУЙ.



И КУДА МЫ  
ПОЙДЕМ?

КРЕПКО  
ДЕРЖИТ

МОЖЕТ, СХОДИМ  
В ХИНАГОЮ?

О!  
ОТЛИЧНАЯ ИДЕЯ!



# ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

## Термины на английском

AC	30
Alternating Current	30
Схема AND	125, 131, 139, 144, 146
Таблица истинности схемы AND	125
ANSI	130, 143
arbeit	23
Контакт типа а	23
break contact	24, 32
BS	96, 106
Button Switch	96, 106
Контакт типа b	24
Фоторезистор	28
change-over contact	25, 32
COM	33
common terminal	33
Контакт типа с	25
DC	30
Direct Current	30
I-регулятор	54
JEMMA	106
Стандарт JEM	106, 108
JIS	23, 28
make contact	32
MC	193
Схема NAND	141, 146
normally closed contact	33
normally open contact	32
Схема NOR	141, 147
Схема NOT	129, 140
Таблица истинности схемы NOT	129
on-off control	53
Схема OR	126, 131, 139, 144, 147
Таблица истинности схемы OR	127
parachute effect	70
PID-регулятор	55
PI-регулятор	54
ST	106
Start	106
ST-BS	97, 106, 193

STP-BS	193
transfer contact	33

## Термины на русском

Автоматическая стиральная машина	43, 49
Автоматическое управление	14, 15, 22, 28, 49
Американский национальный институт стандартов	130
Бесконтактный полупроводник	123
Биметалл	22, 28
Блокированное управление	43, 51
Блокировка	186
Блокирующий контакт	59
Вертикальное изображение	94, 105
Временная диаграмма	163, 187
Временная диаграмма схемы с самоблокировкой	188
Временное управление	43, 50
Выключатель в литом корпусе	85
Горизонтальное изображение	94, 105
Датчик	78
Датчик освещенности	15, 16, 29
Двоичный код	121, 138
Двухпозиционное регулирование	53
Двухпозиционный переключатель	61, 77
Дифференциальный регулятор	55
Дробление схемы	100, 109
Закон Ома	19
Запускающий работу кнопочный выключатель	193
Интегральный регулятор	54
Исполнительное устройство	80
Источник электричества	18
Кнопочный выключатель	60, 185
Коммутационные аппараты	75
Кондиционер	52
Контактный проводник	123



Контакты .....	21	Ручное управление .....	14, 15, 22, 28
Контролирующее устройство .....	15	Селекторный переключатель ....	63, 78
Контур		Сигнализация .....	88
управления .....	7, 17, 18, 30, 170, 193	Сигнальная лампа .....	87, 185
Концевой выключатель .....	65, 78	Силовая цепь .....	170
Лифт .....	49, 179	Система координат .....	100, 109
Логическая схема .....	122, 146	Система с замкнутой цепью	
Магнитоэлектрическое реле .....	67	воздействий .....	44
Миниатюрный переключатель		Система с обратной связью .....	44
мгновенного действия .....	64, 65	Системы типа	
Нормально замкнутый		«включено-выключено» .....	53
контакт .....	24, 32, 33	Сопrotивление .....	18
Нормально разомкнутый		Способ обозначить места	
контакт .....	23, 32	соединения .....	98
Нумерация клемм .....	109	Схема И .....	125, 139
Нумерация контуров .....	100, 109	Схема ИЛИ .....	126, 139
Обозначения контактов		Схема ИЛИ-НЕ .....	141
кнопочного выключателя .....	75	Схема И-НЕ .....	141
Обозначения логических схем ....	130	Схема контура программного	
Общая клемма .....	33	управления .....	92, 105, 111
Общий вывод .....	33	Схема НЕ .....	129, 140
Оптоэлектронный		Схема с последовательным	
переключатель .....	79	включением .....	190
Останавливающий работу		Схема	
кнопочный выключатель .....	193	с самоблокировкой .....	152, 154, 186
Остаточное рассогласование .....	54	Таблица графических	
Перекидной контакт .....	33	обозначений, характеризующих	
Перекидной переключатель .....	77	тип .....	86
Переключающий контакт .....	25, 32	Таймер .....	68, 83
Переменный ток .....	19, 30	Таймер задержки	
Постоянный ток .....	19	включения .....	69, 71, 83, 84
Потребитель электроэнергии ...	18, 105	Таймер задержки выключения ...	71, 83
Пошаговое управление .....	43, 52	Таймерный выключатель .....	29
Приводной элемент .....	64, 78	Температурное реле .....	192
Причина неисправности .....	114	Температурный датчик .....	45
Программное управление ....	7, 41, 49	Тепловое реле перегрузки .....	192
Пропорционально-		Трансформатор .....	20
интегральный регулятор .....	54	Трехфазный асинхронный	
Работа таймера .....	69	двигатель .....	169
Рабочая линия .....	170, 193	Трехфазный ток .....	166



Управление .....	14, 27	Условное обозначение	
Условие выполнено .....	51	электрического звонка	
Условное графическое		и сигнализации .....	88
обозначение принципа		Условное обозначение	
взаимодействия с устройством .....	76	электромагнитных контакторов	
Условное обозначение		согласно JIS .....	67, 82
двухпозиционных		Условное обозначение	
переключателей согласно JIS .....	62	электромагнитных реле .....	82
Условное обозначение		Устройство электромагнитного	
миниатюрных переключателей		реле .....	81
мгновенного действия		Цепи блокировки .....	159, 168, 186
и концевых переключателей .....	79	Цепи с задержкой включения,	
Условное обозначение		использующие таймеры .....	189
оптоэлектронных переключателей ...	80	Цифровая схема .....	120
Условное обозначение		Цифровой .....	118, 120, 138
перекидных и двухпозиционных		Щелчковый выключатель .....	61
переключателей .....	77	Электрическая дуга .....	34
Условное обозначение переключателей,		Электрическая цепь .....	17
отслеживающих позицию тела, согласно JIS .....	65	Электрический звонок .....	88
Условное обозначение		Электрический контур .....	93
селекторных переключателей		Электрический ток .....	19
согласно JIS .....	63, 78	Электрическое напряжение .....	18
Условное обозначение		Электрическое сопротивление .....	19
сигнальных ламп .....	87	Электроды .....	21
Условное обозначение таймеров ...	83	Электромагнитное реле .....	66, 81, 185
Условное обозначение таймеров		Электромагнитный контактор ...	67, 193
задержки включения .....	84	Электромагнитный	
Условное обозначение таймеров		переключатель .....	192
задержки выключения .....	84	Эффект парашюта .....	70
Условное обозначение таймеров		Японская ассоциация	
согласно JIS .....	69	производителей	
Условное обозначение		электрооборудования .....	106
температурных реле .....	192	Японские промышленные	
		стандарты .....	23







Книги издательства «ДМК Пресс» можно заказать в торгово-издательском холдинге «Планета Альянс» наложенным платежом, выслав открытку или письмо по почтовому адресу:

115487, г. Москва, 2-й Нагатинский пр-д, д. 6А.

При оформлении заказа следует указать адрес (полностью), по которому должны быть высланы книги; фамилию, имя и отчество получателя.

Желательно также указать свой телефон и электронный адрес.

Эти книги вы можете заказать и в интернет-магазине: **www.a-planet.ru**.

Оптовые закупки: тел. **(499) 782-38-89**.

Электронный адрес: **books@aliens-kniga.ru**.

Фудзитаки Кадзухиро (автор), Такаяма Яма (художник)

## **Автоматическое управление**

### **Манга**

Главный редактор *Мовчан Д. А.*

*dmkpress@gmail.com*

Научный редактор *Сенченков С. А.*

Переводчик *Кисина А. В.*

Корректор *Синяева Г. И.*

Верстальщик *Луценко С. В.*

Формат 70×100 1/16.

Гарнитура Anime Ace. Печать офсетная.

Усл. п. л. 15,36. Тираж 500 экз.

Веб-сайт издательства [www.dmkpress.com](http://www.dmkpress.com)







# ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ МАНГА



## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

ЭТА МАНГА О СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ, КОТОРЫЕ ОКРУЖАЮТ НАС ВЕЗДЕ - В ЛИФТАХ, СВЕТОФОРАХ, СТИРАЛЬНЫХ МАШИНАХ И ДРУГОЙ ТЕХНИКЕ. ОНИ ДЕЛАЮТ НАШУ ЖИЗНЬ ЛЕГЧЕ И УДОБНЕЕ, ПОЗВОЛЯЮТ ЭКОНОМИТЬ ТРУДОЗАТРАТЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕ.

ВЫ УЗНАЕТЕ ПРО УПРАВЛЯЮЩИЕ КОНТУРЫ, МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ, КОНТАКТЫ РАЗНЫХ ТИПОВ И ДРУГУЮ ЭЛЕКТРОННУЮ НАЧИНКУ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.

МАНГА БУДЕТ ПОЛЕЗНА ВСЕМ ЧИТАТЕЛЯМ, КТО ИНТЕРЕСУЕТСЯ ЭЛЕКТРОНИКОЙ И ТЕМ, КАК УПРАВЛЯТЬ РАЗНЫМИ СЛОЖНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ.

Интернет-магазин:  
[www.dmkpress.com](http://www.dmkpress.com)

Оптовая продажа:  
КТК «Галактика»  
[books@aliens-kniga.ru](mailto:books@aliens-kniga.ru)

**ДМК**  
ИЗДАТЕЛЬСТВО  
[www.dmk.ru](http://www.dmk.ru)

ISBN 978-5-97060-680-3



9 785970 606803 >

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ МАНГА  
АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ



Фудзитаки Кадзухиро  
Такаяма Яма  
TREND-PRO Co., Ltd.