

ЗАНИМАТЕЛЬНОЕ

МАНГА

ЭЛЕКТРО- ОБОРУДОВАНИЕ

Игараси Хирокадзу
Сасаока Хару



Занимательная манта

Электрооборудование

マンガでわかる

電気設備

五十嵐 博一／著
笹岡 悠瑠／作画
ジューグレイプ／制作



ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ МАНГА

.....

ЭЛЕКТРО- ОБОРУДОВАНИЕ

Игараси Широкадзу

Художник Сасаока Хару

Перевод

С. Л. Плехановой



ДМК
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва
ДМК Пресс, 2021

УДК 510, 537
ББК 22.1, 22.3
И26

Игараси Х.

И26 Электрооборудование / Игараси Хирокадзу (автор), Сасаока Хару (худ.); пер. с яп. С. Л. Плехановой. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 200 с. : ил. – (Серия «Образовательная манга»). – Доп. тит. л. яп.

ISBN 978-5-97060-917-0

Юи, дочь владельцев отеля, мечтает оснастить его по последнему слову техники. Но прежде чем строить крупные планы, надо справиться с решением элементарных задач – в частности, наладить работу электрического оборудования в здании. Героиня манги пройдет все этапы знакомства с электрооборудованием, начиная с простейшего (розетки и выключатели) и заканчивая электроприборами и сложными системами, включая трансформаторную подстанцию, аварийное освещение и средства защиты от стихийных бедствий.

В разделах изложена базовая информация, при этом в каждой главе приводится дополнительный материал. Те, кому достаточно получить общее представление об устройстве и работе электрооборудования, могут пропустить эти страницы и остановиться на начальном уровне.

Для широкого круга читателей, интересующихся техническими дисциплинами.

УДК 510, 537

ББК 22.1, 22.3

Copyright Manga de wakaruru: Denki-setsubi (Manga Guide: Electrical Facilities)

By Hirokazu Igarashi (Author), Illustration by Haru Sasaoka.

Office sawa, Ltd. (Producer). Published by Ohmsha, Ltd.

Russian language edition copyright © 2021 by ДМК Пресс

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 978-4-274-21916-0 (яп.)
ISBN 978-5-97060-917-0 (рус.)

Copyright © 2016 by and Office sawa, Ltd.
© Издание, перевод, ДМК Пресс, 2021

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вокруг нас всегда находится самое разное **электрическое оборудование**. И в нашей повседневной жизни мы им постоянно пользуемся. Однако если исключить тех, кто работает непосредственно с этим оборудованием, окажется, что не так уж много людей хорошо понимает его устройство и его роль.

Но в его устройстве и его роли иногда бывает необходимо разобраться и тем, кто не является специалистом в этой области. Так и Юи, героиня этой книги, начала изучать электрооборудование, чтобы реконструировать отель, которым управляют её родители. Не правда ли, многие люди, как и Юи, сталкиваются с проблемами, требующими изучения этого оборудования, например при обслуживании зданий и учреждений?

Эта книга была создана с целью дать представление об устройстве и роли электрического оборудования и работе с ним для непрофессионалов и для тех, кто планирует начать работать с ним в будущем. Чтобы любой новичок смог разобраться с электрооборудованием, в книге мы, в качестве примера, расскажем об отеле, которым управляют родители Юи. Сначала расскажем об освещении и розетках, а затем постепенно приблизимся к самому сердцу электрооборудования, к трансформаторной подстанции. По правде говоря, такой порядок повествования соответствует базовому образованию в этой области, и автор этой книги тоже обучался именно так. И вы, дорогие читатели, попробуйте вместе с Юи начать изучение электрооборудования с окружающих вас предметов. Каждая глава снабжена более подробным дополнительным материалом, но если он покажется вам слишком трудным, его можно пропустить. Если вы прочитаете даже только разделы с мангой и составите себе общее представление об электрическом оборудовании, это будет уже хорошо.

Так как цель данной книги – дать общее представление об устройстве и роли электрооборудования и о работе с ним, то её содержание не обязано быть системным и всеобъемлющим. Если после прочтения этой книги у вас останутся вопросы или захочется узнать больше об электрическом оборудовании, обратитесь, пожалуйста, к профессиональной литературе по данной теме.

В конце я хочу выразить благодарность сотрудникам компании Ohmsha, предоставившим мне возможность создания данной книги, сотрудникам компании G-gare, ответственным за редактирование, и художнице Сасаока Хару, придумавшей историю и превратившей эту книгу в мангу.

Игараси Хирокадзу
Июнь 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	V
ПРОЛОГ	1
 ГЛАВА 1. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ВОКРУГ НАС.....	 11
1.1. Электрооборудование	14
1.2. Розетки	17
1.3. Положение выключателей	21
1.4. Освещение	25
1.5. Оценка освещённости	30
1.6. Распределительный щит	37
Дополнительный материал.....	42
 ГЛАВА 2. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ	 53
2.1. Путь электричества	57
2.2. Щиты управления.....	61
2.3. Автоматы	63
2.4. Электроприборы	65
2.5. Утечка электрического тока.....	70
Дополнительный материал.....	76
 ГЛАВА 3. ПРОЧЕЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ	 85
3.1. Оборудование по защите от стихийных бедствий	89
3.2. Автоматическая пожарная сигнализация	91
3.3. Противопожарные и противодымные блокировочные устройства. Аварийное оповещение.....	94
3.4. Эвакуационное и аварийное освещение	97

3.5. Меры предосторожности в обращении с оборудованием для защиты от стихийных бедствий	101
3.6. Громоотвод	103
Дополнительный материал.....	112

ГЛАВА 4. СЕРДЦЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....125

4.1. Энергопринимающее и трансформаторное оборудование	128
4.2. Координация защиты	131
4.3. Разрывная (коммутируемая) мощность. Трансформаторная мощность.....	132
4.4. Электрощитовая	136
Дополнительный материал.....	143

ГЛАВА 5. МОЗГИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГИЯ.....151

5.1. Оборудование для централизованного наблюдения	156
5.2. Контроль потребления	159
5.3. Когенерационная система.....	164
5.4. Использование солнечной энергии и энергии ветра.....	166
5.5. Периодические проверки	170
Дополнительный материал.....	175

ЭПИЛОГ182

ПРОЛОГ

ЮИ, НЕ СТОИТ
ВОЛНОВАТЬСЯ!

Отель
Аманогава

Отель
Аманогава

НО ВЕДЬ...

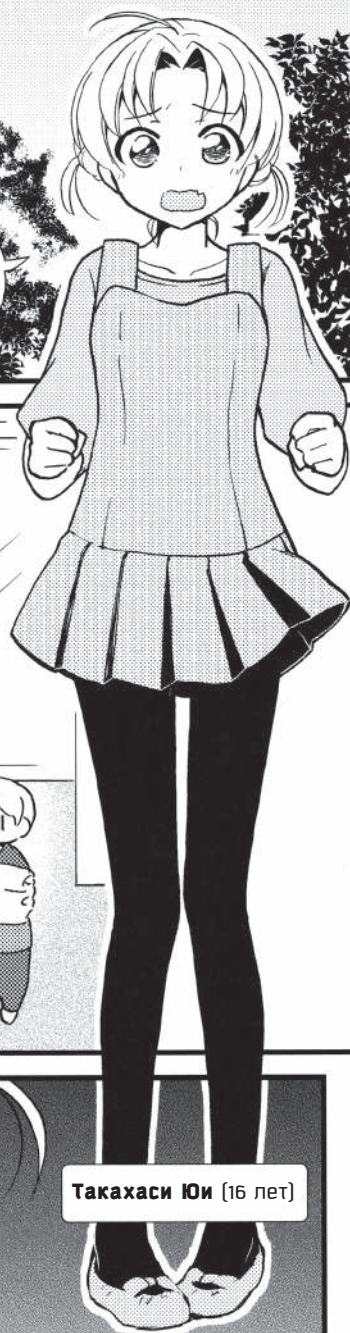
ЧТО КАСАЕТСЯ ОТЕЛЯ,
ПОЛОЖИСЬ НА НАС.

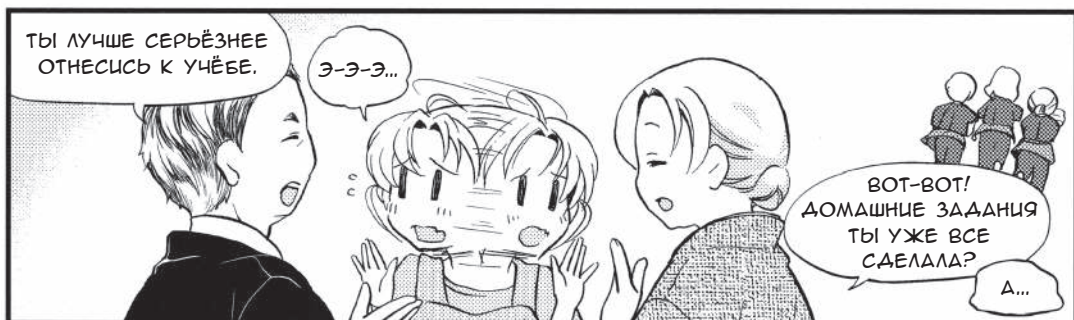
Папа **Такахаси Юидзо**

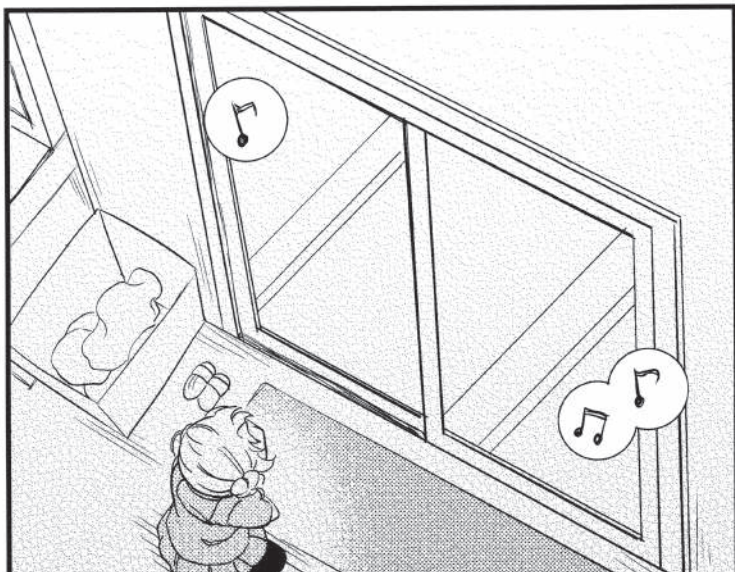
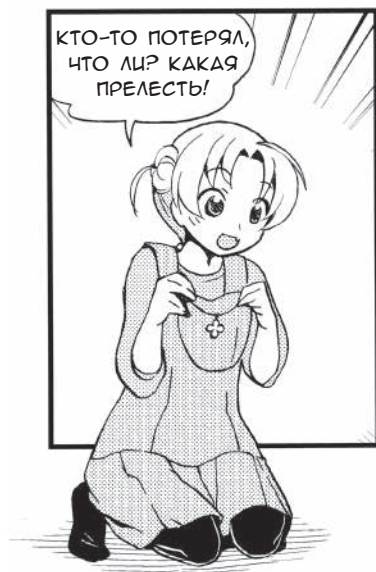
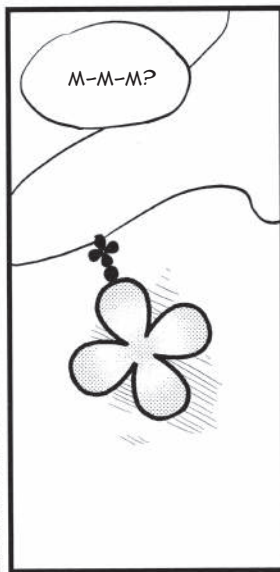
Мама **Такахаси Май**

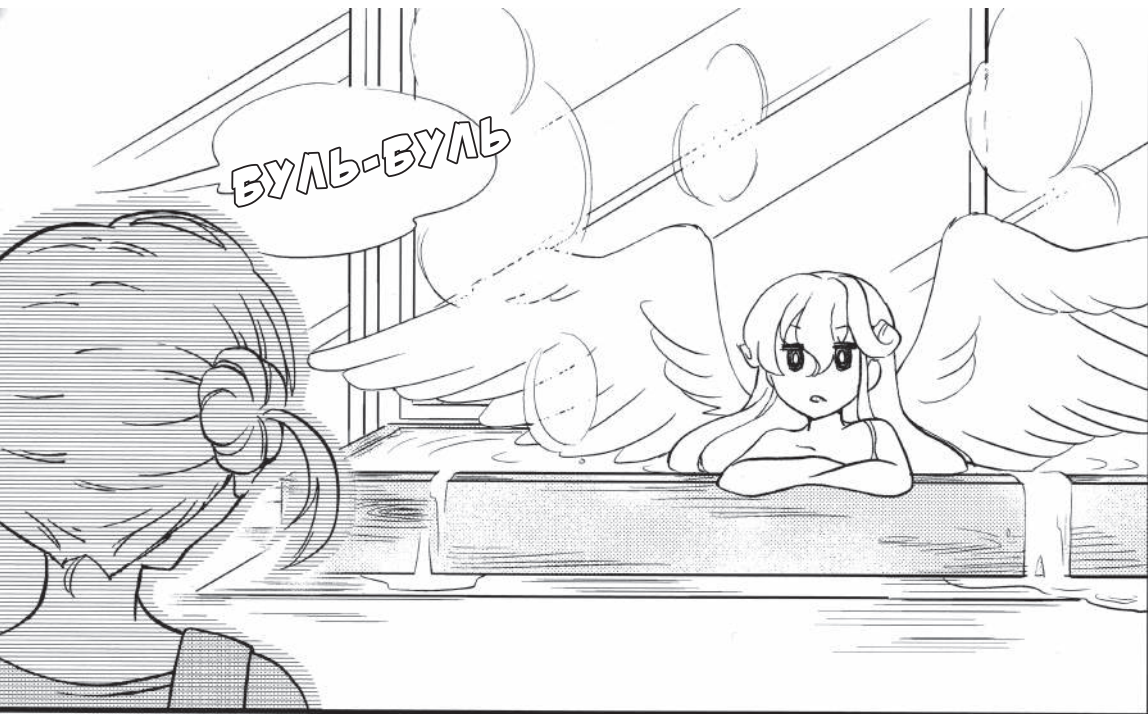
МММ...

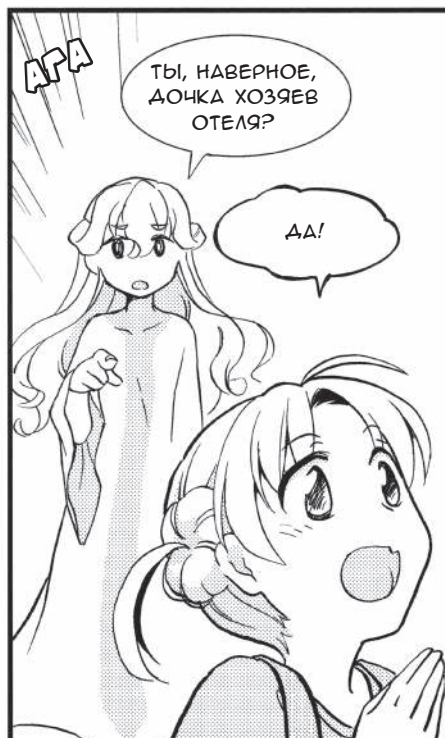
Такахаси Юи (16 лет)











ЕСЛИ ВЫ АНГЕЛ,
ВЫПОЛНИТЕ МОЁ
ЖЕЛАНИЕ, ДА?

А? С ЧЕГО
ЭТО ВДРУГ?

СДЕЛАЙТЕ
РЕКОНСТРУКЦИЮ
ЭТОГО ОТЕЛЯ!

**ВОТ ТАК
ПРИМЕРНО!**


НЕ
ВЫИДАЕТ.

ПОЧЕМУ
ЭТО?!

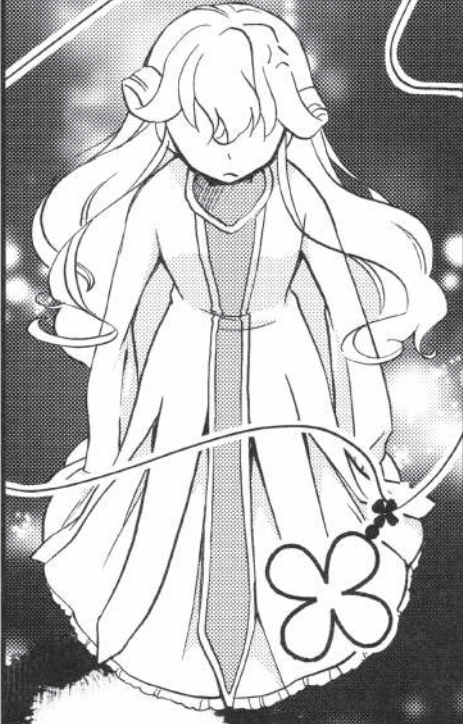
ЭТО Ж ЦЕЛЫЙ ЗАМОК!
НЕ ВЫИДАЕТ.

ТОГДА Я НЕ ВЕРНУ
ЭТУ ШТУКУ!

ЧТО?





ВОТ ПОЧЕМУ
Я НЕ ЛЮБЛЮ
ЛЮДЕЙ...




ЧЁРТ! Я И ТАК,
ПРОГУЛЯВ СЛУЖЕУ,
РАССЛАБЛЯЛАСЬ
В ОНСЭНЕ*.

А ЕСЛИ ЕЩЁ
И ЭТУ ВЕЩЬ
ПОТЕРЯЮ,
ОХ МНЕ
И ДОСТАНЕТСЯ...





НУ, ЛАДНО. Я ПОМОГУ ТЕБЕ
ПО МЕРЕ СВОИХ СИЛ, А ТЫ
ВЕРНЁШЬ МОЮ ВЕЩЬ,
ДОГОВОРИЛИСЬ?

ДА!



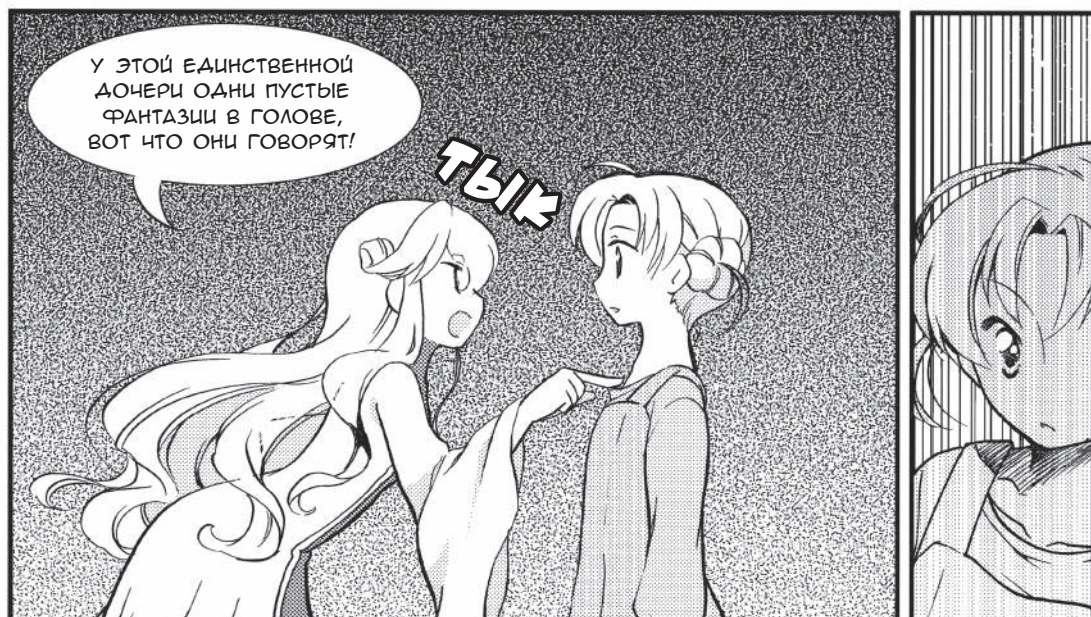
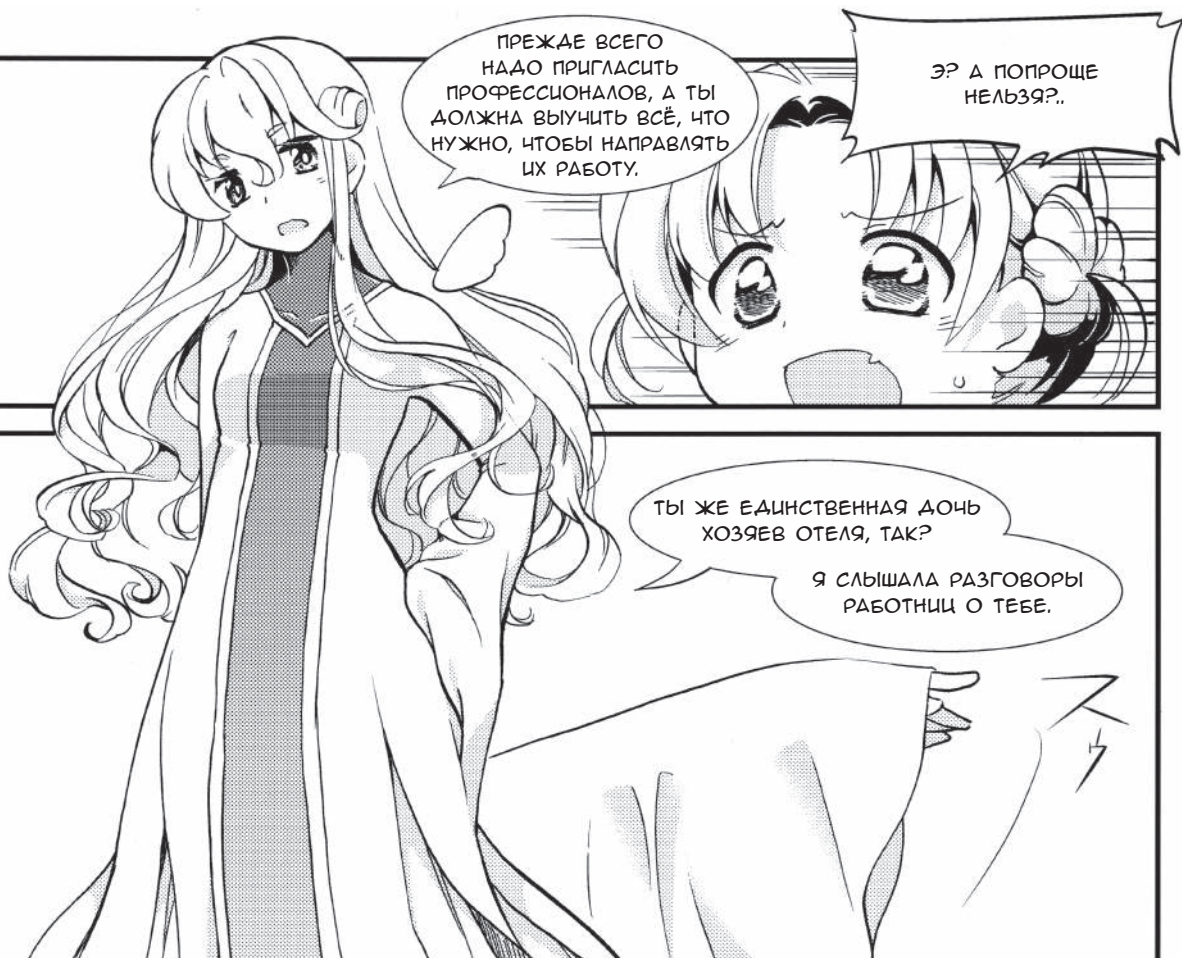
КСТАТИ, ВСЁ, ЧТО Я УМЕЮ, -
ЭТО ТОЛЬКО ПЕРЕМЕЩАТЬ
ЛЮДЕЙ ИЛИ ПРЕДМЕТЫ.



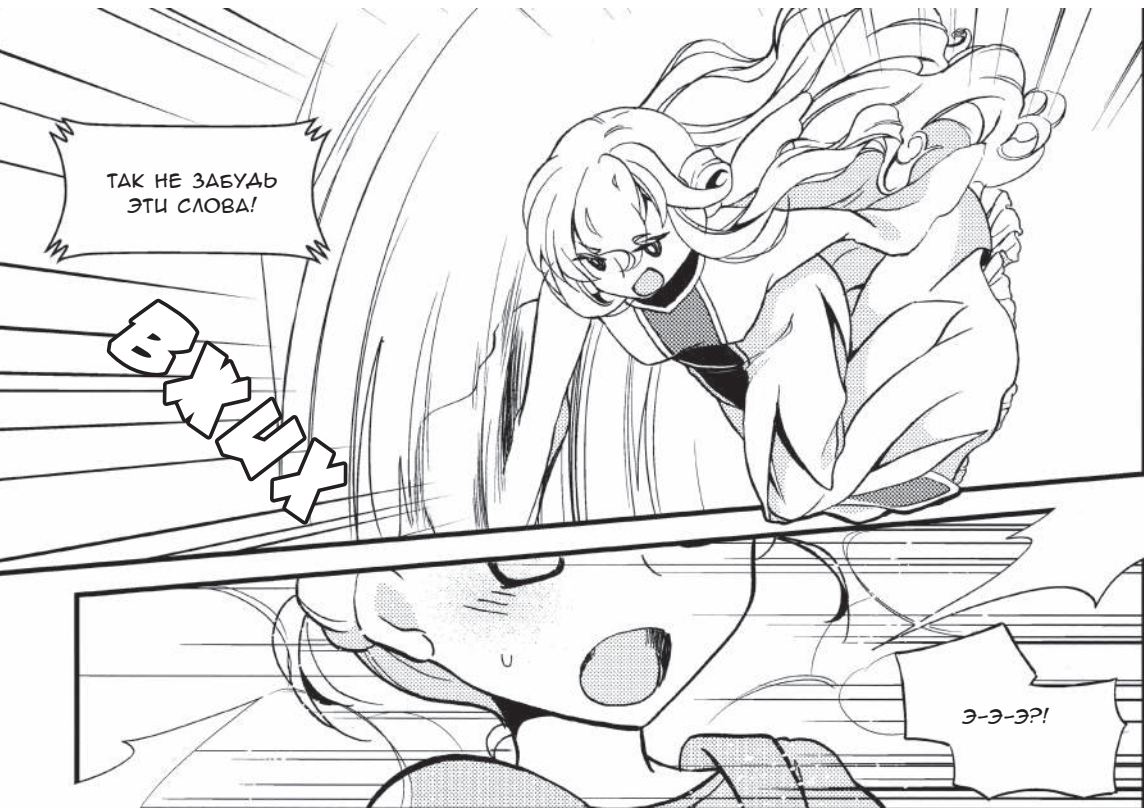
ТОГДА ВЫ МОЖЕТЕ
ПЕРЕНЕСТИ ИЗ-ЗА
ГРАНИЦЫ ЗАМОК!

С ЗАМКОМ
НЕ ВЫИДАЕТ,
Я ЖЕ СКАЗАЛА!

* Онсэн – японские бани, где принято погружаться в бассейны с разной температурой воды. Вода в онсэнах преимущественно из природных источников. – Прим. перев.







ГЛАВА 1

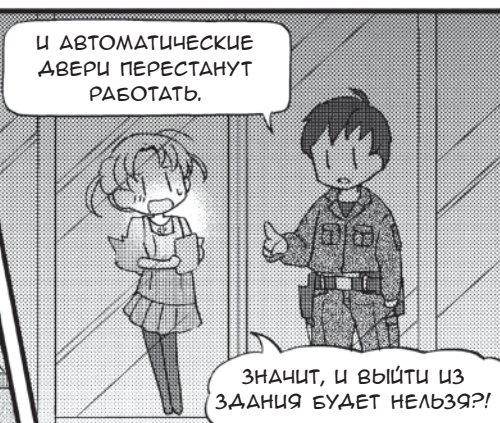
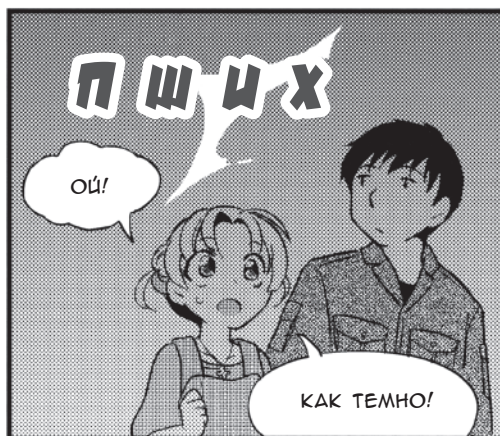
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ВОКРУГ НАС







1.1 ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ





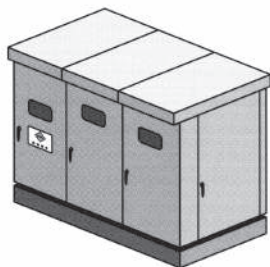
ЗНАЧИТ,
НЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО
НУЖНО ИЗУЧАТЬ,
А ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ?



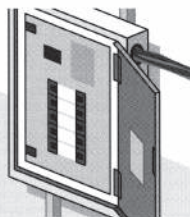
АГА...



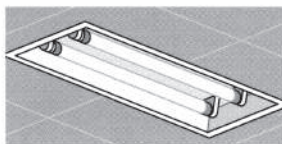
Примеры электрооборудования



Трансформаторная будка



Распределительный щит



Осветительные приборы



Централизованное
видеонаблюдение

СРЕДИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЕСТЬ ВНУТРЕННЕЕ¹, КОТОРОЕ РАСПОЛАГАЕТСЯ ВНУТРИ ЗАДАНИЯ. ЭТО, НАПРИМЕР, ПРОВОДА, ПО КОТОРЫМ ПЕРЕДАЁТСЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО. ТАКЖЕ К НЕМУ ОТНОСИТСЯ ВСТРОЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ. М-М-М... В ОБЩЕМ, ЭТО ТО, ЧТО НЕ ВКЛЮЧАЕТСЯ В РОЗЕТКУ.



ЗНАЧИТ... ТЕЛЕФОН
И ТЕЛЕВИЗОР НЕ ОТНОСЯТСЯ
К ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЮ, ВЕДЬ
ИХ НАДО ВКЛЮЧАТЬ В РОЗЕТКУ?

ДА.



¹ К нему относятся, например, приёмное электрооборудование, трансформаторы, энергетическое оборудование, осветительное оборудование, различное слаботочное электрооборудование, оборудование для централизованного видеонаблюдения, громоотводы и т. д.

1.2 РОЗЕТКИ

НО ПРИ ЭТОМ
САМИ РОЗЕТКИ ОТНОСЯТСЯ
К ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЮ.

ВОТ КАК!

Я ВОТ О РОЗЕТКАХ ВСЁ ВРЕМЯ ДУМАЮ...

КАК БЫЛО БЫ УДОБНО,
ЕСЛИ БЫ ИХ БЫЛО МНОГО -
И ТУТ, И ТАМ.

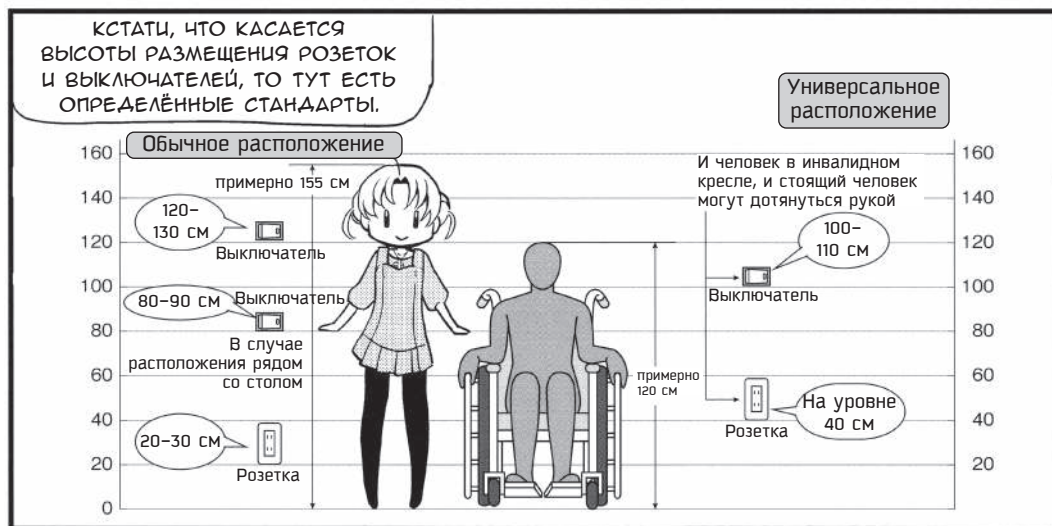
НЕТ.

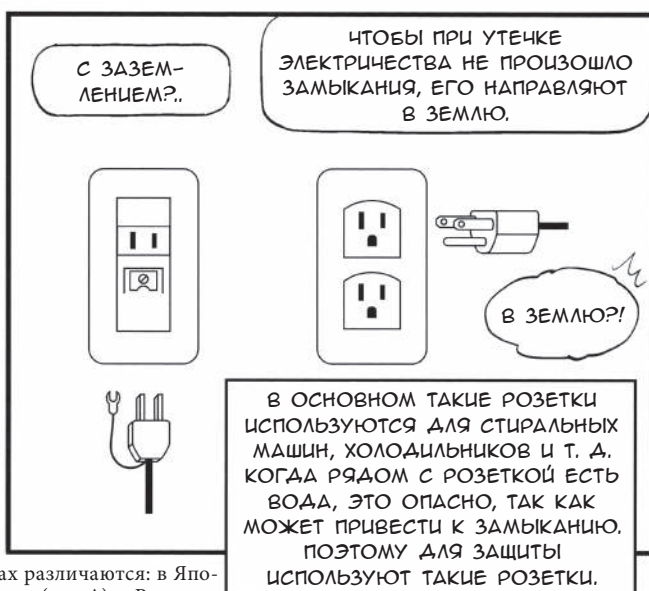
ЕСЛИ ИХ БУДЕТ
СЛИШКОМ МНОГО,
ТО ОДНОВРЕМЕННОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЖЕТ
ПРИВЕСТИ К ОТКЛЮЧЕНИЮ
И ПОЛОМКАМ.

Э-Э-Э...

ИДЕАЛЬНО, КОГДА В НУЖНЫХ
МЕСТАХ РАСПОЛАГАЕТСЯ
ТОЛЬКО НЕОБХОДИМОЕ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ.

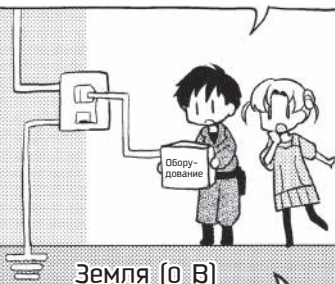
А СДЕЛАТЬ ЭТО
ДОВОЛЬНО НЕПРОСТО.





¹ Типы бытовых розеток в разных странах различаются: в Японии у розеток два вертикальных отверстия (тип А), в России – два круглых (тип С). Всего различают 12 типов розеток (А–L).

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО ТЕЧЁТ ОТ ТОЧКИ С БОЛЬШИМ ПОТЕНЦИАЛОМ К ТОЧКЕ С МЕНЬШИМ ПОТЕНЦИАЛОМ.



ЕСЛИ СОЕДИНИТЬ РОЗЕТКУ С ЗЕМЛЁЙ, ПОТЕНЦИАЛ КОТОРОЙ РАВЕН 0 В, ТО ОНА СТАНЕТ БЕЗОПАСНОЙ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА.

ДЛЯ РАБОТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТРЕБУЕТСЯ ОПРЕДЕЛЁННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ.

И РОЗЕТКИ ДЛЯ ТАКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НУЖНЫ СООТВЕТСТВУЮЩИЕ.

Нужно 200 В



Используется на производстве



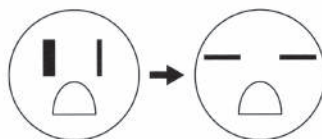
А ПО ФОРМЕ РОЗЕТКИ БЫВАЮТ ТАКИМИ:

Форма вилок				
Тип	Однофазная с заземлением		Трёхфазная 200 В	
	Номинальный ток [А]	Номинальное напряжение 125 В	В общем случае	С заземлением
15				
20				
30				
50				

* Контуром отмечены заземляющие штыри, а жирной чертой – боковые пластины для заземления (источник: Ассоциация электробезопасности Канто).

ПОХОЖЕ НА РОЖИЦЫ!

"НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ 125 В" ОЗНАЧАЕТ, ЧТО ПРИБОР ВЫДЕРЖИВАЕТ НАПРЯЖЕНИЕ ДО 125 В. ЗНАЧЕНИЕ НОМИНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ БОЛЬШЕ ЗНАЧЕНИЯ НОРМАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ, РАВНОГО 100 В.



А ЧТО, ЕСЛИ ТАКУЮ ВЫЛКУ ВКЛЮЧИТЬ В ТАКУЮ РОЗЕТКУ?

ВСЁ СЛОМАЕТСЯ.

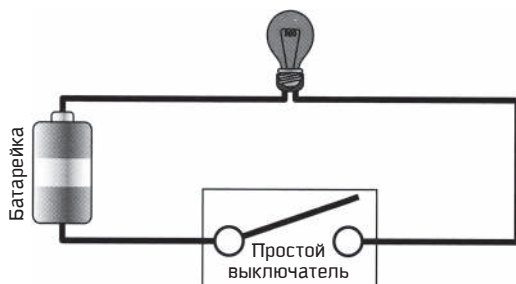
ПОЭТОМУ У НИХ РАЗНАЯ ФОРМА.

1.3 ПОЛОЖЕНИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ





Для начала представьте одиночный выключатель. Упрощенная схема электрической цепи с таким выключателем показана ниже. Понятно, что в положении выключателя ON лампа загорается, а в положении OFF лампа гаснет.

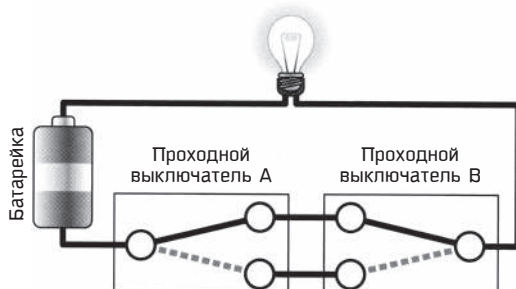


Когда выключатель находится в положении ON (вкл.) – ток может проходить, а в положении OFF (выкл.) – не может, верно?



А теперь посмотрите на схему цепи с проходным выключателем. Такой выключатель называется проходным, потому что при подсоединении к нему трёх кабелей им можно управлять с обеих частей комнаты.

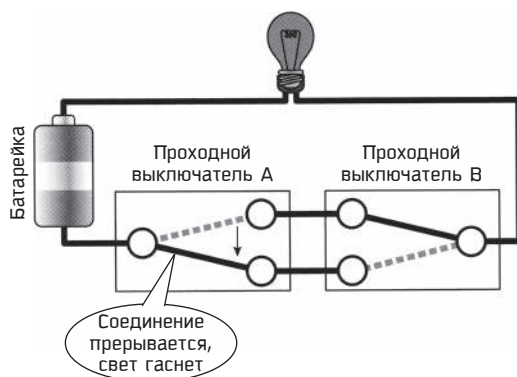
Сначала рассмотрим схему с горящей лампой.



Тут для электричества есть путь, и ток может течь, да?



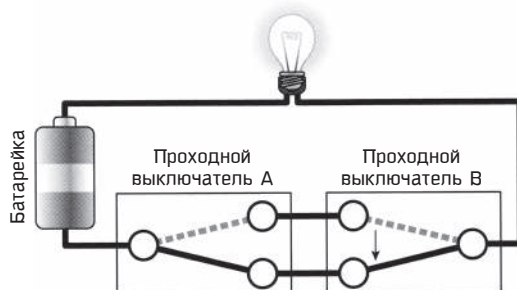
Если теперь переключить выключатель А, вот что получится.



Ой, так ток не может течь, и лампа погасла.



А если теперь клацнуть выключателем В, то получится вот что.



Вот оно что! Таким образом ток то течёт, то нет, и свет то включается, то выключается. Когда знаешь, как это устроено, то всё довольно просто.



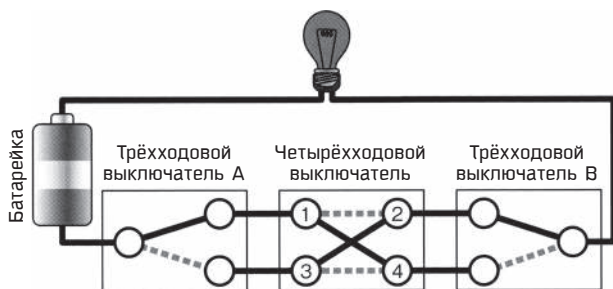
Ага. Такие выключатели удобно использовать в разных концах длинного коридора или внизу иверху лестницы.



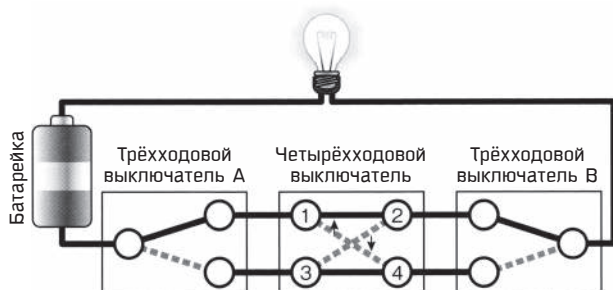
А если есть очень длинный коридор или очень большая комната, где много выключателей сразу. Как тогда будет?



Если использовать вместе проходные трёхходовые и четырёхходовые выключатели, то их количество может быть любым. В четырёхходовых выключателях соединения «1 и 4», «3 и 2» меняются на «1 и 2», «3 и 4». Если взглянуть на схему, должно быть понятно.



Ага, если переключить четырёхходовой выключатель, лампа загорится.

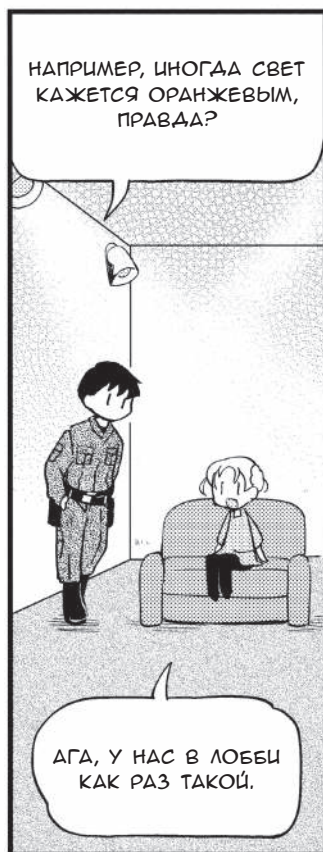


Теперь что касается очень большой комнаты... Кстати, проведите меня в банкетный зал.

1.4 ОСВЕЩЕНИЕ

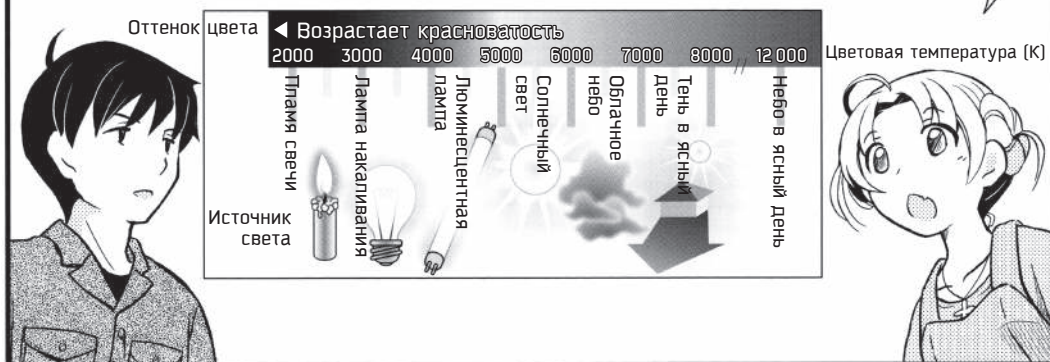






ЦВЕТОВЫЕ ОТТЕНКИ СВЕТА ВЫРАЖАЕТ ЦВЕТОВАЯ ТЕМПЕРАТУРА (КЕЛЬВИНЫ/К). ДЛЯ КРАСНОВАТОГО ЦВЕТА ОНА НИЗКАЯ, А ДЛЯ ГОЛУБОВАТОГО - ВЫСОКАЯ.

НАЗЫВАЕТСЯ "ТЕМПЕРАТУРА", НО ПОЧЕМУ-ТО У ХОЛОДНОГО ЦВЕТА ОНА ВЫШЕ, ЧЕМ У ТЁПЛОГО.



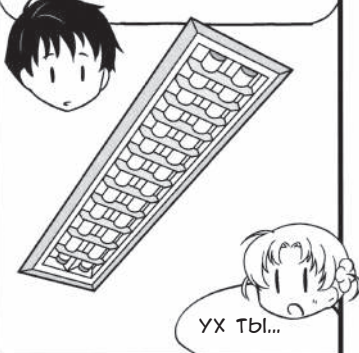
ДАЖЕ КОГДА КОМНАТА ХОРОШО ОСВЕЩЕНА, БЫВАЕТ, ЧТО ИЗЛИШНЯЯ ЯРКОСТЬ МЕШАЕТ, НЕ ПРАВДА ЛИ?

Уровни UGR ²	Степень дискомфорта
31	Сильный дискомфорт
28	Начинает ощущаться сильный дискомфорт
25	Присутствует дискомфорт
22	Начинает ощущаться дискомфорт
19	Есть беспокойство
16	Начинает ощущаться беспокойство
13	Может ощущаться

Источник: Японская ассоциация производителей осветительного оборудования. Гид по UGR.

ЧТОБЫ ИЗБЕЖАТЬ ЭТОГО, НУЖНО ПРАВИЛЬНО ВЫБРАТЬ ТИП ОСВЕТИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ВЫСОТУ ЕГО РАСПОЛОЖЕНИЯ И НАПРАВЛЕНИЕ СВЕТА.

СУЩЕСТВУЮТ ТАКЖЕ, НАПРИМЕР, СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПЛАФОНЫ НА СВЕТИЛЬНИКИ, ПРЕДОТВРАЩАЮЩИЕ ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА НА МОНИТОРЕ КОМПЬЮТЕРА.



² Оценка слепящего эффекта в помещении (Unified Glare Rating). Чем этот показатель выше, тем больше слепящий эффект.

Освещённость (лк)	Гостиная	Кухня и столовая	Комната в японском стиле	Спальня	Туалет	Ванная
2000	Рукоделие					
1500	Вязание					
1000	Чтение		Чтение, макияж, телефон	Чтение, макияж, телефон		
750	Телефон	Обеденный стол, пространство для готовки, раковина				Для бритья, макияжа, умывания
500			Стол, токонома ¹			
300	Место сбора семьи					
200						
150						
100		Общее освещение			Общее освещение	Общее освещение
75	Общее освещение		Общее освещение			
50						
30				Общее освещение		
20						
10				Ночное	Ночное	
5						
1						

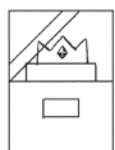
(Стандарты освещения согласно JIS)



¹ Ниша в японской традиционной комнате, где обычно располагается свиток с каллиграфией, икебана и т. д.

НО ЭТО ВСЕГО ЛИШЬ
ПРИБЛИЗИТЕЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ.

Светло в целом одинаково



Стандарт освещённости для музеев 500–1000 лк
[для экспонатов, не портящихся от света]

Освещено
по-разному

Выделяется!



ОСВЕЩЁННОСТЬ ДОЛЖНА
СООТВЕТСТВОВАТЬ
ЦЕЛЯМ.

КСТАТИ, А ЧТО
ТАКОЕ JIS?



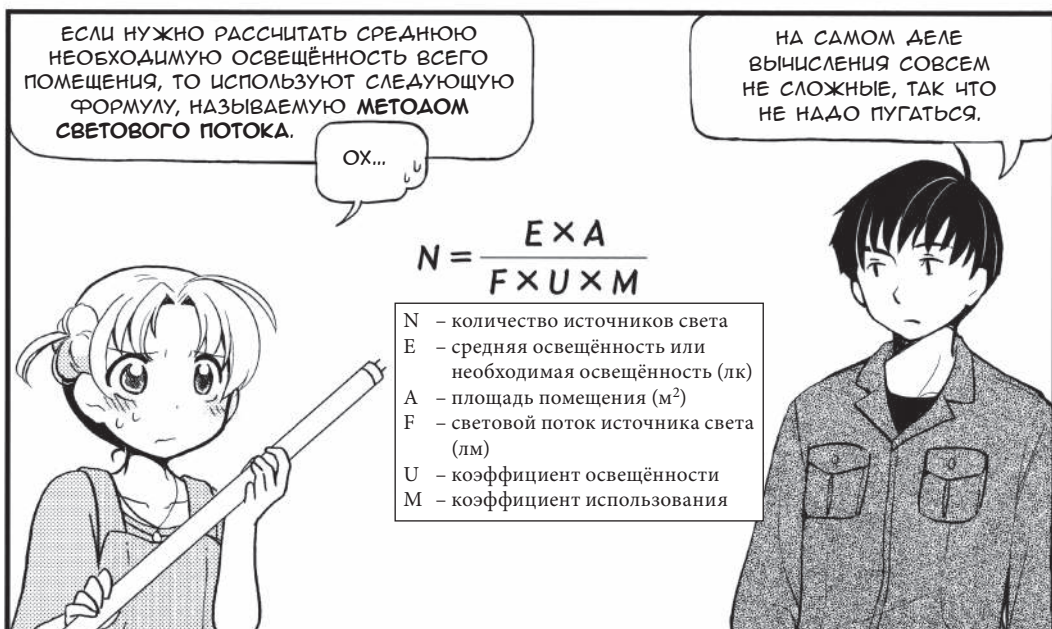
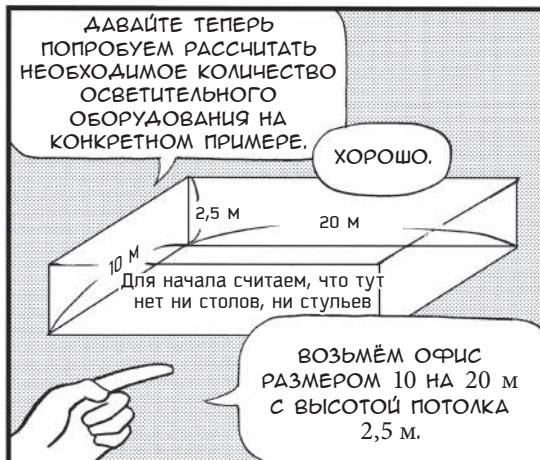
JIS (японские промышленные стандарты)*

Это требования, принятые в Японии на основе методов промышленной стандартизации. Они охватывают процессы производства и распространения промышленных товаров (см. стр. 47).

* В России ГОСТ и СНиП.



1.5 ОЦЕНКА ОСВЕЩЁННОСТИ





Я так хотела посчитать люстры...



Хмм... Рассмотрим каждый параметр. Так как у нас офисное помещение, то возьмём среднюю освещённость (E) в 500 люкс. А какой будет площадь (A)?



10×20 равно 200 м^2 , верно? Пока всё просто.



Световой поток источника света (F) равен 3500 люмен. У нас в одном светильнике два таких источника, так что будем их рассматривать в паре. Перескочив через коэффициент освещённости, поговорим про коэффициент использования (М). Он показывает предполагаемое значение того, насколько свет потускнеет с течением времени. В нашем случае подходящим значением для этого коэффициента будет 0,7.



А теперь вернёмся к коэффициенту освещённости. Прежде всего найдем индекс помещения по следующей формуле:

$$\text{Индекс помещения} = \frac{\text{Длина} \times \text{Ширина}}{(\text{Длина} + \text{Ширина}) \times \text{Н (м)}}.$$

Н (м) – это расстояние от осветительного оборудования до рабочей поверхности. Так как в нашем случае в помещении нет столов, то это значение будет равно значению высоты потолков.



Тогда получается...

$$\text{Индекс помещения} = \frac{10 \times 20}{(10 + 20) \times 1,5 \text{ (м)}} = 2,67.$$

Какое-то странное нецелое значение.



Красивые целые числа получаются редко, так что это нормальное значение. Используя данное соотношение сторон и таблицу со следующей страницы, найдём коэффициент освещённости (U). Возьмём отражательную способность потолка, равную 70 %, отражательную способность стен – 50 %, а отражательную способность пола – 10 %.

Отрагательная способность	Потолок	80 %				70 %				50 %				30 %				0 %	
	Стены	70	50	30	10	70	50	30	10	70	50	30	10	70	50	30	10	0 %	
	Пол	10 %				10 %				10 %				10 %				0 %	
Индекс помещения		Коэффициент освещённости (×0,01)																	
0,6		49	38	31	26	48	37	30	26	45	36	30	26	44	35	30	25	24	
0,8		58	47	40	35	56	47	40	35	54	45	39	35	52	44	39	34	33	
1,0		64	54	47	42	62	53	47	42	60	52	46	41	57	50	45	41	39	
1,25		69	60	54	48	69	59	53	48	65	58	52	48	62	56	51	47	45	
1,5		73	65	59	54	71	64	58	53	69	62	57	53	66	61	56	52	50	
2,0		78	71	66	61	77	70	65	61	74	69	64	60	71	67	63	60	57	
2,5		81	76	71	67	80	75	70	66	77	73	69	65	75	71	68	65	62	
3,0		84	79	74	71	82	78	74	70	80	76	72	69	77	74	71	68	66	
4,0		86	83	79	76	85	81	78	75	83	80	77	74	80	78	75	73	71	
5,0		88	85	82	79	87	84	81	79	84	82	80	77	82	80	78	76	74	
7,0		90	88	86	83	89	87	85	83	87	85	83	81	84	83	81	80	77	
10,0		92	90	88	87	91	89	87	86	88	87	86	84	86	85	84	83	80	

(Источник: сайт АО «Панасоник»)



Но ведь нашего значения 2,67 в таблице нет. Если брать самые близкие значения индекса помещения, то при 2,5 коэффициент освещённости равен 0,75, а при 3,0 коэффициент освещённости будет 0,78...



В таком случае нужно вычислить коэффициент освещённости, используя ближайшие два значения индекса помещения 2,5 и 3,0. Для нашего значения 2,67 получится вот что:

$$\text{Коэффициент освещённости} = 0,75 + \frac{0,78 - 0,75}{3,0 - 2,5} \times (2,67 - 2,5) = 0,76.$$

Теперь у нас есть все необходимые параметры, подставим их в первоначальную формулу для расчёта количества источников света.



Хорошо!

$$\text{Необходимое количество оборудования} = \frac{(10 \times 20) \times 500}{(3500 \times 2) \times 0,76 \times 0,7} = 26,9 \text{ шт.}$$

Получилось!



Да, всё верно. Значит, необходимое количество оборудования должно быть больше 26,9, другими словами, больше 27. Теперь важно правильно распределить это оборудование по комнате.

КОГДА НУЖНО ВОТ ТАКОЕ
ОСВЕЩЕНИЕ, ИСПОЛЬЗУЮТ
ТОЧЕЧНЫЙ МЕТОД (СМ. СТР. 52).

А КАК ЖЕ
МЕТОД
СВЕТОВОГО
ПОТОКА?

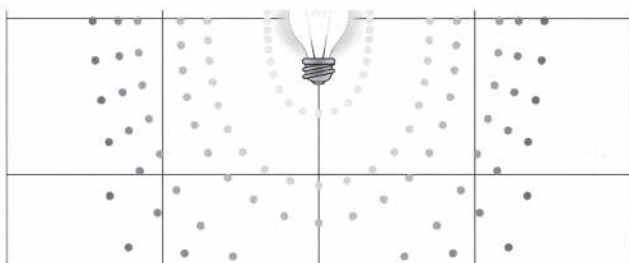
ЕГО ИСПОЛЬЗУЮТ
ТОЛЬКО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
УСРЕАНЁННОГО
ОСВЕЩЕНИЯ.

КРОМЕ ТОГО, С ПОМОЩЬЮ
ТОЧЕЧНОГО МЕТОДА
НЕ ОПРЕДЕЛЯЮТ КОЛИЧЕСТВО
ОСВЕТИТЕЛЬНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ.

ОН СЛУЖИТ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЯРКОСТИ
НА РАЗНОМ РАССТОЯНИИ ОТ КОНКРЕТНОГО
ОСВЕТИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

С ПОМОЩЬЮ ТАКОГО МЕТОДА
ВЫЧИСЛЯЮТ ОСВЕЩЁННОСТЬ
В РАЗНЫХ ТОЧКАХ
И СОЕДИНЯЮТ ЛИНИЯМИ
ТОЧКИ С ОДИНАКОВОЙ
ОСВЕЩЁННОСТЬЮ.

ТАКИМ ОБРАЗОМ МОЖНО
УСТАНОВИТЬ ОСВЕЩЁННОСТЬ
КАЖДОГО МЕСТА
(РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
ОСВЕЩЁННОСТИ).



НУ... В ОСНОВНОМ ТАКОЙ
МЕТОД ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ДЛЯ
СИМУЛЯЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ОСВЕЩЁННОСТИ
НА КОМПЬЮТЕРЕ.

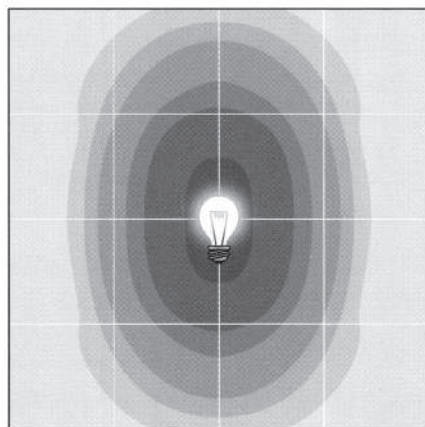
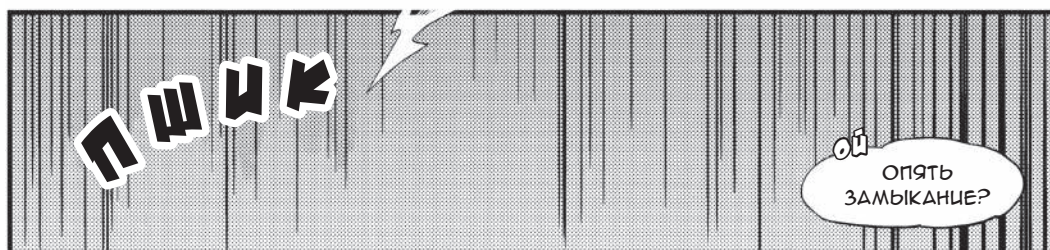


График распределения освещённости

НА КАРТУ
ПОХОЖЕ.



НАПРИМЕР,
ПОПУЛЯРНЫМ
ЯВЛЯЕТСЯ
ОБХОД АЛТАРЯ
В БУДДИЙСКИХ
ХРАМАХ В ПОЛНОЙ
ТЕМНОТЕ.

УХ ТЫ...

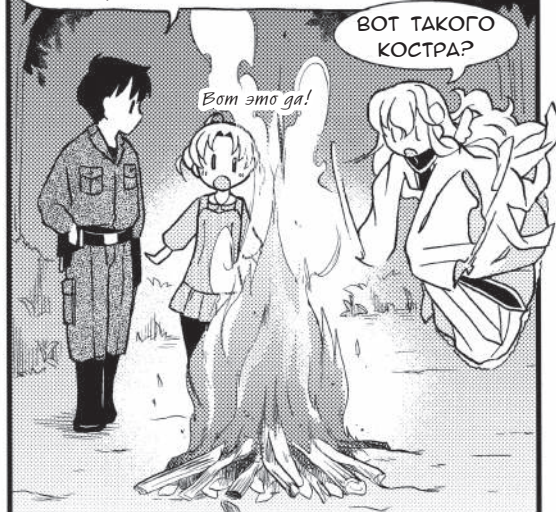
ЭТО СОВСЕМ
НЕ ТА ТЕМНОТА,
ЧТО В ОТЕЛЕ...

ТАМ НЕТ АБСОЛЮТНО НИКАКИХ
ИСТОЧНИКОВ СВЕТА, И МОЖНО
ОЦЕНИТЬ СТЕПЕНЬ ВЛИЯНИЯ
ПОЛНОЙ ТЕМНОТЫ НА
ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ.

ГОВОРЯТ, ЧТО ЕСТЬ ЕЩЁ ТАК
НАЗЫВАЕМЫЙ ЭФФЕКТ КОСТРА,
КОГДА НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ДРОЖАЩИМ
ПЛАМЕНЕМ ОКАЗЫВАЕТ
ЦЕЛИТЕЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ.

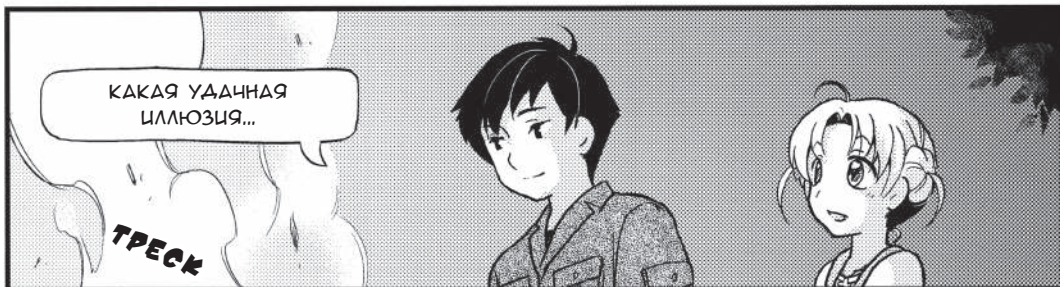
ВОТ ТАКОГО
КОСТРА?

Вот это да!



КАКАЯ УДАЧНАЯ
ИЛЛЮЗИЯ...

ТРЕСК



В ПОСЛЕДНЕЕ ВРЕМЯ
НА РАБОТЕ Я МНОГО
ПЕРЕЖИВАЮ, А СЕЙЧАС
ПРЯМО УСПОКАИВАЮСЬ.

А ЧТО
СЛУЧИЛОСЬ?

ТРЕСК

ТРЕСК

ДА, ВО ВРЕМЯ УСТАНОВКИ
РОЗЕТОК ВДРУГ СЛУЧИЛОСЬ
КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ...

НО СЕЙЧАС, БЛАГОДАРЯ
ЭТОМУ СТРАННОМУ
ВЦАЕНИЮ, МНЕ СТАЛО
КАК-ТО ЛЕГЧЕ.





А МНЕ БЫЛО ТАК
ИНТЕРЕСНО СЛУШАТЬ
ВАШИ РАССКАЗЫ!
СПАСИБО!



НУ ЧТО ВЫ...
ЭТО ВАМ СПАСИБО, ЧТО
ТАК ВНИМАТЕЛЬНО МЕНЯ

СЛУШАЛИ...

ТРЕСК

ТРЕСК

ПОНЯТНО,
ВОТ, ЗНАЧИТ, КАКОВ
ЭФФЕКТ ТЕМНОТЫ
И КОСТРА.



О, ВКЛЮЧИЛОСЬ!

НАВЕРНОЕ,
ЭТО ПАПА ПОЧИНИЛ...



ДАВАЙТЕ, Я РАССКАЖУ
ТЕПЕРЬ О РАБОТЕ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АВТОМАТОВ?

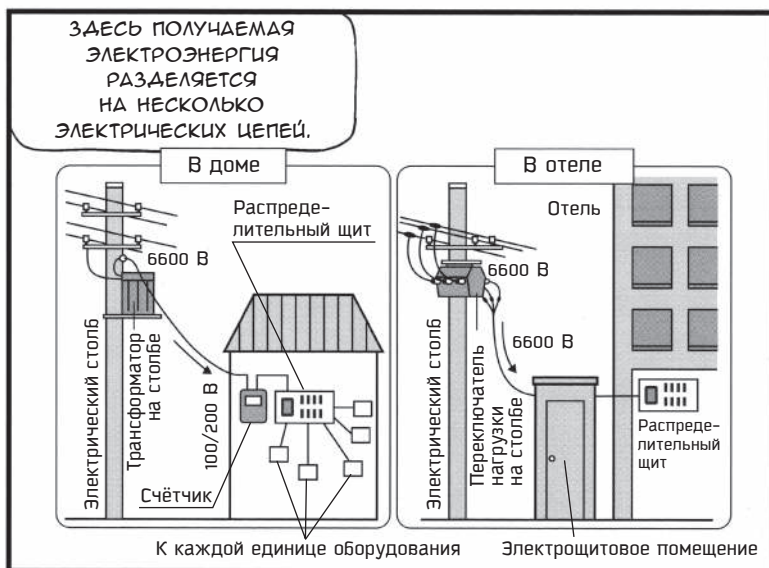
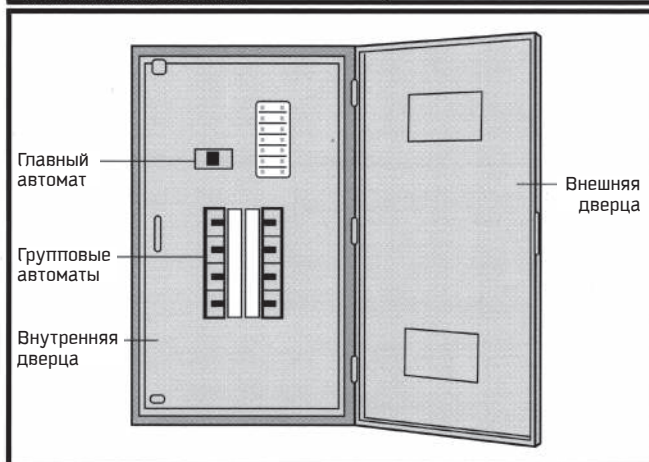
ЗНАЕТЕ,
ГДЕ ОНИ?

НУ?..

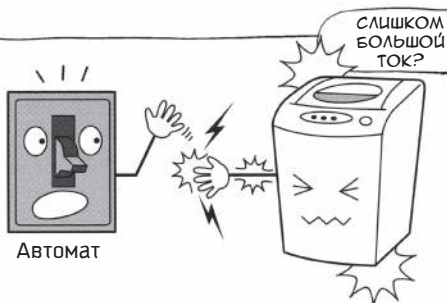
Ага!

ПОНЯЛА...

1.6 РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ЩИТ



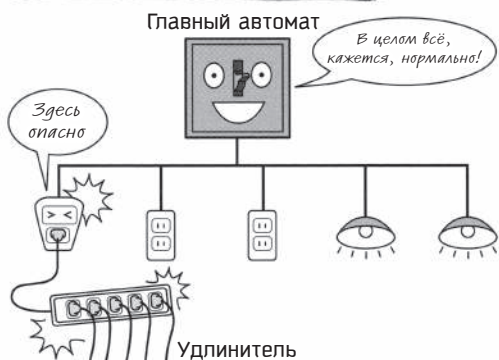
ПРИ ПРЕВЫШЕНИИ ТОКА АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ (АВТОМАТ) РАДИ БЕЗОПАСНОСТИ ОТКЛЮЧАЕТ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ.



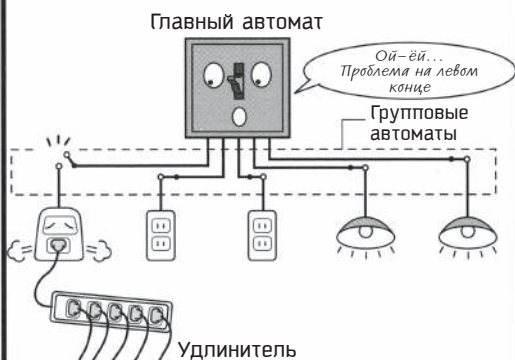
КОГДА ЕГО БОЛЬШЕ, ЧЕМ ОБЫЧНО НУЖНО.



ЕСЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ БУДЕТ ЕДИНОЙ, ТО НЕВОЗМОЖНО БУДЕТ НАЙТИ, ГДЕ СЛУЧИЛАСЬ АВАРИЯ.

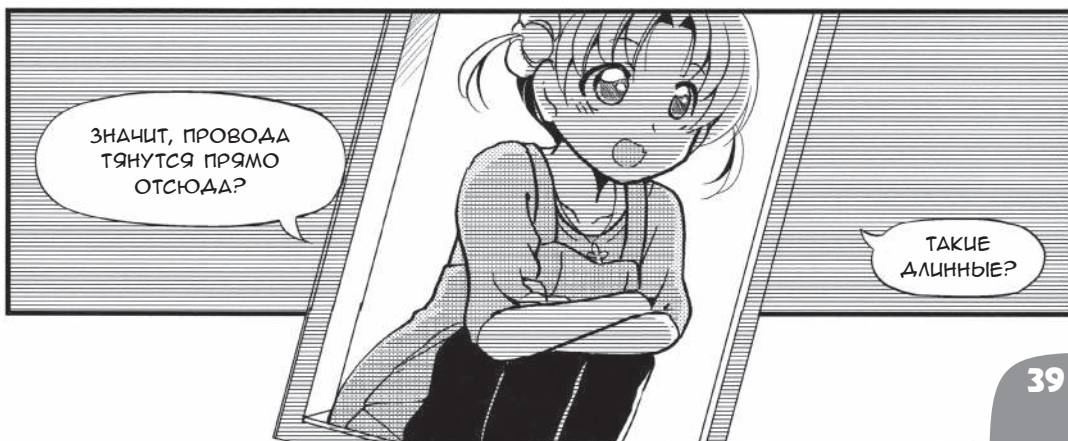


ЕСЛИ ЖЕ РАЗДЕЛИТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ, ТО МОЖНО ИЗОЛИРОВАТЬ ТОЛЬКО ПРОБЛЕМНЫЙ УЧАСТОК (СМ. СТР. 50).



ЕСЛИ НАГРУЗКА КАЖДОЙ ИЗ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ НАХОДИТСЯ В ПРЕДЕЛАХ НОМИНАЛЬНОЙ, А ОБЩАЯ НАГРУЗКА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ЩИТА ПРЕВЫШАЕТ НОМИНАЛЬНУЮ, ГЛАВНЫЙ АВТОМАТ ВЫКЛЮЧИТСЯ.









ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

1 Виды электрооборудования

1.1. Внутренняя и внешняя электропроводка

Электрическое оборудование бывает разных видов. В этой книге рассматривается область так называемого внутреннего электрооборудования, которое устанавливается в зданиях, заводах, школах, больницах, отелях и разного рода коммерческих институтах, использующих электричество.

Внутреннее электрооборудование подразделяется на электрооборудование зданий, относящееся к жилым домам и подобным зданиям, заводское электрооборудование, относящееся к заводам и производственным институтам, а также на электрооборудование объектов, к которым относятся дороги, аэропорты, очистительные сооружения и т. д.

Кроме внутреннего электрооборудования, существует электрооборудование энергетических компаний. Такое электрооборудование имеет по сути огромное отличие от внутреннего электрооборудования, так как внутреннее электрооборудование направлено на использование электроэнергии, а электрооборудование энергетических компаний служит для производства, трансформации и распределения электроэнергии от энергетических компаний к потребителям, тоже используя для этих целей электроэнергию.

Электротехнические работы, в свою очередь, подразделяются на внутренние, то есть работы внутри помещений, связанные с установкой электрооборудования у потребителя электроэнергии, и на внешние, то есть работы, связанные с распределением и трансформацией электроэнергии от энергетических компаний. Эти виды работ существенно отличаются и требуют совершенно разных технических знаний и навыков.

Во внешней электропроводке обычно используется высокое напряжение (более 750 В постоянного тока, более 600 В переменного тока) или особо высокое напряжение (более 7000 В). Во внутренней электропроводке для принимающего и трансформирующего электрооборудования тоже используется высокое и особо высокое напряжение, но для оборудования, потребляющего электроэнергию, обычно используется низкое напряжение (менее 750 В постоянного тока, менее 600 В переменного тока).

Чтобы электричество было непременно доставлено до потребителя, необходимо строго соблюдать ряд правил (законов, стандартов и т. д.), обеспечивающих безопасность и надёжность при проведении такого рода работ. При проведении работ с высоким напряжением рабочие часто используют тяжёлую технику и работают на высоте, поэтому уделяется особое внимание защите рабочих от удара током и от падения с высоты.

Во время проведения работ по внутренней электропроводке тоже уделяют внимание соблюдению правил безопасности и защите от удара током и падения. Но в то же время придаётся большое значение проводимым параллельно с электропроводкой другим работам, например по кондиционированию, чтобы обеспечить удобство пользования установленным оборудованием и обратить внимание на внешний вид этого оборудования.

1.2. Разновидности электрического напряжения

В Японии электрическое напряжение делят на три уровня: низкое, высокое и особо высокое.

Таблица 1.1. Стандарты электрического напряжения в Японии

Виды электрического напряжения	Переменный ток	Постоянный ток
Низкое напряжение	Менее 600 В	Менее 750 В
Высокое напряжение	600–7000 В	750–7000 В
Особо высокое напряжение	Более 7000 В	

Стандарты напряжения отличаются в зависимости от страны. Международные стандарты установлены Международной электротехнической комиссией (IEC), и в соответствии с ними низким напряжением считается напряжение не более 1000 В (1 кВ), а высоким считается напряжение более 1 кВ. Есть и следующее подразделение напряжения по IEC, когда напряжение от 1 кВ до 35 кВ считается средним, напряжение от 35 кВ до 230 кВ – высоким, а напряжение более 230 кВ признаётся очень высоким. Как видно, данное подразделение сильно отличается от того, что принято в Японии, поэтому нужно обращать на это внимание при использовании электрооборудования, использующего стандарты IEC.

2 Законы, стандарты и правила, касающиеся электрооборудования

2.1. Закон об электроэнергетике

В Японии существуют самые разные законы, стандарты и правила, касающиеся электрооборудования. Закон об электроэнергетике является одним из них. Он устанавливает правила строительства, обслуживания и эксплуатации объектов электроэнергетики с целью оптимизации работы электроэнергетических компаний и защиты интересов потребителей электроэнергии.

Объекты электроэнергетики, как объекты урегулирования законом об электроэнергетике, классифицируются следующим образом.

Таблица 1.2. Классификация объектов электроэнергетики

Объекты электроэнергетики	Коммерческие объекты	В электрической промышленности	Оборудование и сооружения на стороне электроэнергетических компаний, например электростанции, трансформаторные станции, распределительные провода и т. д.
		В домохозяйствах	Оборудование и сооружения на стороне потребителя электроэнергии, связанные с использованием высокого и очень высокого напряжения
	Общие объекты электроэнергетики		Оборудование и сооружения на стороне потребителя электроэнергии, связанные с использованием низкого напряжения. А также оборудование, производящее электроэнергию малых мощностей (например, оборудование для производства солнечной энергии мощностью менее 50 кВт, оборудование для производства энергии ветра или воды мощностью менее 20 кВт)

Кстати, железные дороги, корабли, самолёты и машины не подпадают под закон об электроэнергетике и не являются объектами электроэнергетики.

При монтаже коммерческих объектов электроэнергетики должен быть назначен главный электрик с определённой квалификацией для наблюдения за безопасностью строительства, обслуживания и эксплуатации объектов электроэнергетики. Квалификация главных инженеров-электриков делится на три категории в зависимости от напряжения, с которым они работают, как показано в табл. 1.3.

Таблица 1.3. Классификация главных инженеров-электриков

Категория главного инженера-электрика	Сфера контроля
1-я категория	Все коммерческие объекты электроэнергетики
2-я категория	Коммерческие объекты электроэнергетики напряжением до 170 кВ
3-я категория	Коммерческие объекты электроэнергетики напряжением до 50 кВ (исключая оборудование для производства электроэнергии мощностью более 5000 кВт)

Основная идея закона об электроэнергетике в отношении безопасности коммерческих объектов электроэнергетики состоит в добровольных мерах безопасности, основанных на личной ответственности монтажника. Монтажник коммерческих объектов электроэнергетики определяет правила техники безопасности, исходя из личной ответственности, и под наблюдением главного инженера-электрика обеспечивает работу объекта электроэнергетики в соответствии с предписанными техническими стандартами.

Такая система наблюдения главного инженера-электрика считается уникальной и не встречается за границей. Считается, что благодаря этой системе в Японии мало крупных аварий по сравнению с другими странами.

2.2. Закон о безопасности электроприборов и материалов

Данный закон регулирует производство и продажу осветительного оборудования, автоматов, электрических кабелей и прочих электрических приборов и материалов. Предприятия, занятые производством или импортом электрооборудования, попадающего под регулирование данным законом, должны уведомить об этом Министерство экономики, торговли и промышленности и привести производимые или импортируемые электроприборы и материалы в соответствие с установленными техническими стандартами.

Электрооборудование, производство или использование которого связано с повышенной опасностью, называется специальным. Производство или импорт такого оборудования должны проверяться зарегистрированными контролирующими органами.

Специальное электрооборудование, прошедшее проверку зарегистрированными контролирующими органами, снабжается квадратным ярлыком с буквами PSE либо знаком (PS)E.

Прочее электрооборудование проверяется самими производителями или импортёрами и в случае прохождения проверки снабжается круглым ярлыком с буквами PSE либо знаком (PS)E.

Подлежащее регулированию электрооборудование не может быть куплено или продано без ярлыка или знака с PSE. Кроме того, монтажники электрооборудования в частных домах или на коммерческих предприятиях обязаны использовать только электрооборудование с маркировкой PSE.



Квадратный ярлык PSE



Круглый ярлык PSE

2.3. Закон об электриках

Данный закон устанавливает квалификацию и обязанности инженеров, занимающихся электромонтажными работами. Электромонтажные работы общего назначения могут выполняться

только монтажниками, имеющими первую или вторую категорию по работе с электрооборудованием. Кроме того, электромонтажные работы в частных домохозяйствах с оборудованием мощностью не более 500 кВт могут выполняться лишь лицами первой категории. Но при наличии сертификата электрика человек может выполнять простые электромонтажные работы при соблюдении определённых требований, даже если у него нет квалификации монтажника.

Для установки неоновых вывесок или аварийного оборудования для выработки электроэнергии в домохозяйствах с оборудованием мощностью не более 500 кВт требуется специальная квалификация электромонтажников.

Свидетельство о специальной квалификации для проведения электромонтажных работ выдаётся тем, кто после получения квалификации электромонтажника имеет опыт работы (более 5 лет) и успешно сдаёт специальный экзамен.

Квалификация электромонтажника и специальная квалификация необходимы только для работ общего назначения с оборудованием мощностью не более 500 кВт. Работы же с оборудованием мощностью более 500 кВт в домохозяйствах и на электроэнергетических предприятиях проводятся под наблюдением главного инженера-электрика в соответствии с законом об электроэнергетике. При этом квалификация рабочих не регулируется.

Таблица 1.4. Квалификация электриков и выполняемые ими работы

<div>Тип электромонтажных работ</div> <div>Квалификация</div>	Общего назначения	В домохозяйствах				Максимальная мощность более 500 кВт
		Максимальная мощность не более 500 кВт				
		Простые электромонтажные работы	Более сложные электромонтажные работы	Неон	Резервный генератор электро-энергии	
Электромонтажник первой категории	○	○	○	×	×	Не попадает под действие закона об электриках
Электромонтажник второй категории	○	×	×	×	×	
Сертифицированный электрик	×	○	×	×	×	
Электромонтажник со специальной квалификацией (работа с неоном)	×	×	×	○	×	
Электромонтажник со специальной квалификацией (работа с резервным аварийным генерирующим оборудованием)	×	×	×	×	○	

2.4. Технические стандарты для электрооборудования (установленные министерством технические стандарты, касающиеся электрооборудования)

Технические стандарты для электрооборудования изначально были определены постановлением Министерства международной торговли и промышленности в 1965 году, на основании Закона об электроэнергетике, принятого в 1964 году. С тех пор они неоднократно пересматривались и в настоящее время находятся в ведении Министерства экономики, торговли и промышленности. Технические стандарты для электрооборудования содержат различные правила для обеспечения безопасности и предотвращения его вредного воздействия.

Эти технические стандарты необходимо соблюдать при проведении электромонтажных работ и при обслуживании электрического оборудования. Однако, как упоминалось выше, основная идея закона об электроэнергетике в отношении безопасности электромонтажных работ заключается в безопасности, основанной на личной ответственности монтажника. Поэто-

му технические стандарты для электрооборудования не содержат конкретных и подробных инструкций, а дают лишь общее представление о безопасности.

Следуя техническим стандартам для электрооборудования, монтажники оборудования и контролирующий безопасность главный инженер-электрик остаются в некоторой степени довольно свободны в проведении электромонтажных работ и при обслуживании электрооборудования.

2.5. Интерпретация технических стандартов для электрооборудования

Интерпретация технических стандартов для электрооборудования – это более подробное объяснение Министерства экономики, торговли и промышленности вышеупомянутых технических стандартов для электрооборудования.

Интерпретация технических стандартов для электрооборудования не является постановлением Министерства и поэтому не имеет юридической силы. На первый взгляд интерпретация кажется не более чем конкретным примером технических стандартов для электрооборудования. Следовательно, установщик электрооборудования или главный инженер-электрик не обязан следовать интерпретации технических стандартов для электрооборудования, если его действия являются разумными, обоснованными и соответствующими техническим стандартам для электрооборудования. Однако если нет веских причин для обратного, то обычно интерпретация технических стандартов для электрооборудования соблюдается. На практике данная интерпретация фактически приравнивается к закону и считается правилом, которому необходимо следовать.

Подобно техническим стандартам для электрооборудования и их интерпретации, интерпретация закона об электроэнергетике, принятая Министерством экономики, торговли и промышленности, включает в себя: «Технические стандарты для теплоэнергетического оборудования» и их интерпретацию, «Технические стандарты для гидроэнергетического оборудования» и их интерпретацию, «Технические стандарты для ветровой энергетики» и их интерпретацию и т. п.

2.6. Стандарты внутренней электропроводки

Это частные стандарты, относящиеся к проектированию, установке, обслуживанию и проверке электрического оборудования у потребителей электроэнергии. Эти стандарты выпущены Японской электрической ассоциацией.

Как говорилось выше, существуют основанные на «Законое об электроэнергетике» «Технические стандарты электрооборудования» и «Интерпретация технических стандартов электрооборудования», содержащая более подробные пояснения. Однако вдобавок к этому существуют и стандарты внутренней электропроводки, содержащие подробные сведения об электрооборудовании на стороне потребителя электроэнергии. Содержание этих стандартов во многом пересекается с «Техническими стандартами электрооборудования» и их интерпретацией, однако в стандартах внутренней электропроводки содержится больше конкретных числовых значений, а также практические диаграммы, и поэтому эти стандарты являются незаменимым руководством для инженеров, занимающихся электрооборудованием внутри помещений.

Это частные стандарты, и поэтому, естественно, они не имеют юридической силы. Однако они часто указываются заказчиком в качестве стандарта для проектирования, установки и обслуживания электрооборудования и, подобно интерпретации технических стандартов на практике, считаются правилом, которому необходимо следовать.

2.7. Стандарты по работе с высоковольтным оборудованием

Это частные стандарты, определяющие работу по установке и проверке высоковольтного оборудования в частных домохозяйствах. Подобно стандартам внутренней электропроводки, данные стандарты выпущены Японской электрической ассоциацией.

В эти стандартах подробно и конкретно рассматриваются правила установки, обслуживания и проверки высоковольтного оборудования, преобразовывающего электроэнергию высокого напряжения. Подобно стандартам внутренней электропроводки, данные стандарты являются незаменимым руководством для инженеров.

2.8. Японские промышленные стандарты (стандарты JIS)

Это национальные стандарты, разработанные на основе «Закона о промышленной стандартизации», целью которых является повышение удобства производства и распространения промышленной продукции. Эти стандарты не являются законом и поэтому не имеют юридической силы. Однако в некоторых законодательных актах указывается, что они соответствуют стандарту JIS. Кроме того, некоторые уведомления, выпускаемые соответствующими министерствами и ведомствами, требуют соблюдения стандартов JIS. В таких случаях содержание стандарта JIS, указанное в законе или уведомлении, будет иметь юридическую силу.

Например, как указано в Законе о строительных стандартах, согласно уведомлению Министерства земли, инфраструктуры, транспорта и туризма конструкция громоотводов должна соответствовать стандарту «JIS A 4201. Громоотводы для зданий». Таким образом, при установке громоотводов необходимо следовать стандарту JIS A 4201.

2.9. Прочие стандарты

Кроме стандартов внутренней электропроводки и стандартов JIS, существует ещё множество разных стандартов, касающихся электрооборудования. Также, кроме японских, существуют иностранные и международные стандарты. Типичный пример – стандарты IEC. Стандарты IEC являются международными, разработанными международной электротехнической комиссией (IEC), международным органом по стандартизации электроэнергии. Японский комитет промышленных стандартов, который устанавливает стандарты JIS, также участвует в IEC.

Японские стандарты, начиная со стандартов JIS, были скорректированы, чтобы соответствовать стандартам IEC, однако они всё ещё не полностью согласованы.

Таблица 1.5. Примеры стандартов, касающихся электрооборудования

Наименование	Краткий обзор
Стандарты JEC	Стандарты, установленные Институтом инженеров-электриков Японии Например, «JEC-2200. Трансформаторы»
Стандарты JEAC	Стандарты, установленные Японской электрической ассоциацией Например, «JEAC 8001. Стандарты внутренней электропроводки», «JEAC 8011. Стандарты по работе с высоковольтным электрооборудованием»
Стандарты JEM	Стандарты, установленные Японской ассоциацией производителей электрооборудования Например, «JEM 1425. Металлический переключатель закрытого типа»
Стандарты JSIA	Стандарты, установленные Японской ассоциацией производителей распределительных щитов и контролирующих систем Например, «JSIA 300. Общие стандарты распределительных щитов»
Стандарты JEL	Стандарты источников освещения, установленные Японской ассоциацией производителей осветительного оборудования Например, «JEL 210. Люминесцентные лампы»
Стандарты JIL	Стандарты оборудования, установленные Японской ассоциацией производителей осветительного оборудования Например, «JIL 4003. Hf люминесцентное осветительное оборудование»
Стандарты JCS	Стандарты, установленные Японской ассоциацией производителей электропроводки Например, «JCS 0168. Расчёт допустимой силы тока для силовых кабелей пропускной способностью не более 33 кВ»

3 Основы электричества

3.1. Напряжение, сила тока, электрическая мощность, электрическая энергия

Электричество легко понять, если сравнить его с водой. Течение воды называется потоком, аналогично течение электричества называется током. Вода течёт по направлению от более высокого места к более низкому. Например, если есть два ведра, расположенных одно выше другого и соединённых шлангом, то вода потечёт из ведра, расположенного выше, в ведро, расположенное ниже. Аналогично и для тока. Высота поверхности воды называется уровнем воды, а в случае электричества используют понятие «потенциал». Электрический потенциал в мире электричества означает высоту. Единицей измерения электрического потенциала является В (вольт). В случае электричества ток течёт от более высокого потенциала к более низкому. Если два объекта с разными потенциалами соединены проводом, то по этому проводу потечёт ток. Сила тока измеряется в А (амперах).

Разница потенциалов между двумя точками ещё называется напряжением. Напряжение можно рассматривать как давление, возникающее при попытке передачи тока. Чем больше разница в высоте расположения ведер, тем сильнее будет поток воды. Аналогично этому, чем выше напряжение (чем больше разница потенциалов), тем больше давление при передаче тока.

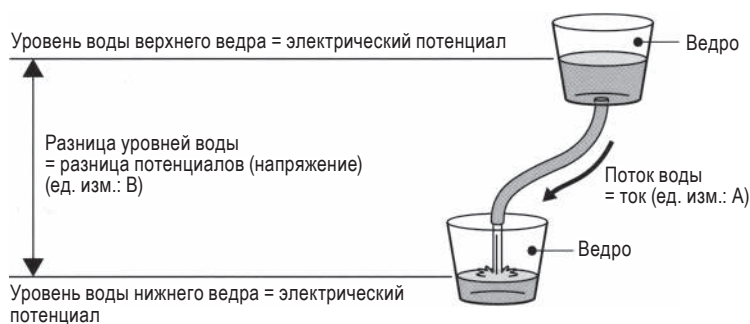


Рис. 1.1. Сравнение электричества с водой

Величина интенсивности электричества называется электрической мощностью. Она измеряется в Вт (ваттах). Электрическая мощность равна произведению напряжения и силы тока.

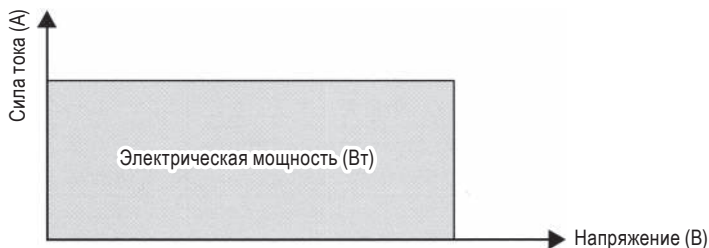


Рис. 1.2. Электрическая мощность как произведение напряжения и силы тока

Количество текущей воды называется объёмом воды. Количество текущего (использованного) электричества называется электрической энергией. Электрическая энергия равна элект-

рической мощности, умноженной на время, в течение которого эта мощность использовалась. Единицей измерения электрической энергии является Вт·ч (ватт в час).

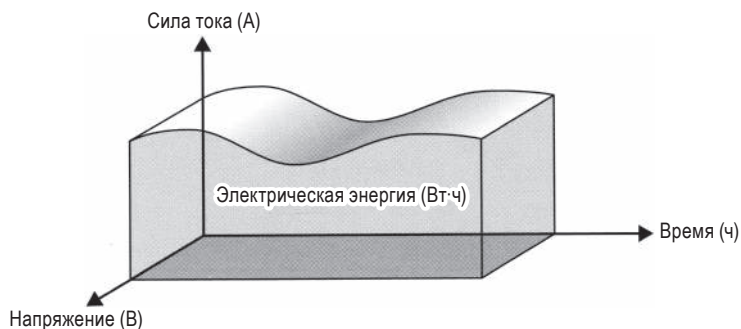


Рис. 1.3. Электрическая энергия как произведение мощности и времени

3.2. Постоянный и переменный ток

Ток бывает постоянным и переменным. Напряжение и сила переменного тока меняются во времени по синусоидальной кривой. Постоянный ток, в отличие от переменного, остается неизменным. Сухие батареи и батареи в автомобилях дают постоянный ток, а вот в розетках ток переменный. Электростанции производят переменный ток, поэтому и предоставляемый электроэнергетическими компаниями ток является переменным. Позиция напряжения и силы переменного тока на синусоидальной кривой называется фазой. Фаза может меняться в течение периода от 0 до 360° (или 2π радиан).

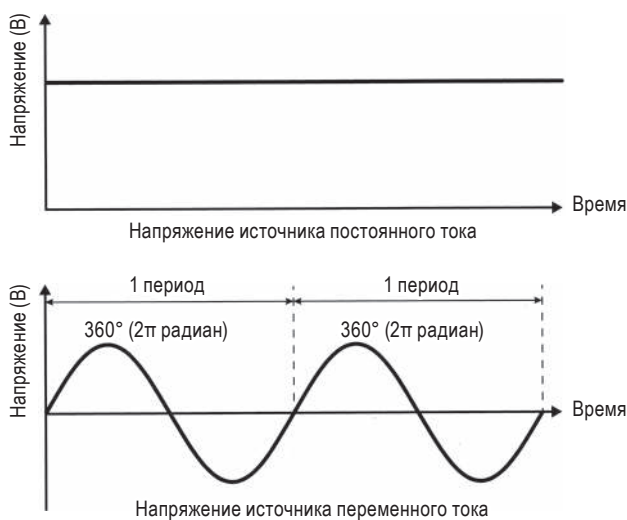


Рис. 1.4. Постоянный и переменный ток

4 Защита электропроводки

4.1. Места установки автоматов защиты сети

В соответствии со статьёй 63 «Технических стандартов для электрооборудования» автоматы защиты сети должны быть установлены:

- 1) на низковольтных магистралях;
- 2) в низковольтных цепях, которые ответвляются от низковольтных магистралей и ведут к оборудованию (групповые электрические сети);
- 3) в электрических цепях, идущих к электрическому оборудованию, без прохождения через низковольтную магистраль.

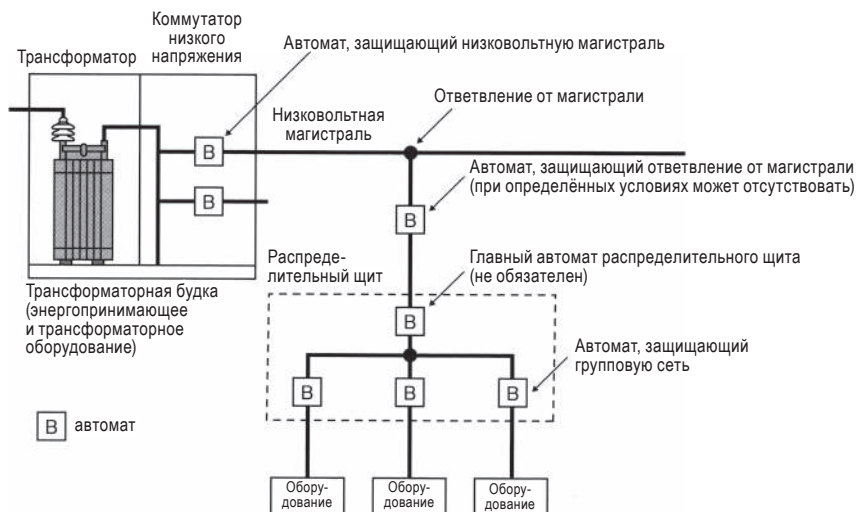


Рис. 1.5. Места установки автоматов

Статья 149 Технических стандартов электрооборудования требует, чтобы длина кабеля между точкой отвлечения от низковольтной магистрали до места установки автомата была не более 3 м.

Однако если максимально допустимый ток групповой сети составляет не менее 55 % от номинального тока автомата, защищающего магистраль, то в автомате нет необходимости. Более того, если допустимый ток групповой сети не менее 35 % от номинального тока автомата, защищающего магистраль, то нет необходимости устанавливать автомат, если длина ответвляющегося кабеля не более 8 м.

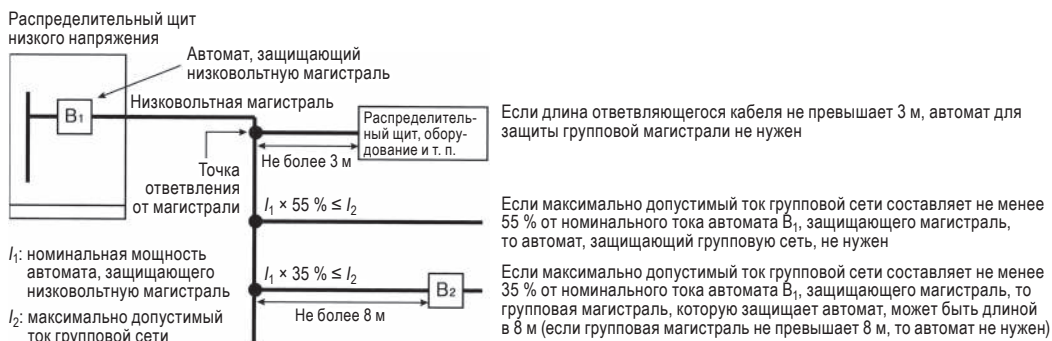


Рис. 1.6. Автоматы защиты групповых сетей

4.2. Защита кабелей (допустимый ток магистрали)

Статья 56 «Технических стандартов электрооборудования» устанавливает, что электрические кабели должны быть проложены таким образом, чтобы исключить возможность поражения током или возгорания. Кроме того, статья 57 тех же стандартов устанавливает, что используемые электрические кабели должны быть достаточно прочными и обладать такими изоляционными характеристиками, чтобы исключить возможность поражения током или возгорания.

В соответствии с этим в статье 148 «Интерпретации технических стандартов электрооборудования» установлено, что допустимый ток низковольтной магистрали должен быть не меньше суммарного номинального тока, подаваемого через все части магистральной линии к электрическому оборудованию.

Однако когда речь идёт об устройствах вроде электродвигателей, которые имеют большой пусковой ток, то следует принимать во внимание следующее.

Когда среди нагрузок, подключённых к магистрали низкого напряжения, есть такие (вроде электродвигателей), общий номинальный ток которых больше суммы номинальных токов прочего оборудования, то:

- 1) если общий номинальный ток электродвигателя или подобного оборудования не превышает 50 А, то чтобы получить допустимый ток, нужно прибавить общий номинальный ток электродвигателя или подобного оборудования, умноженный на 1,25, к суммарному номинальному току прочего оборудования;
- 2) если общий номинальный ток электродвигателя или подобного оборудования превышает 50 А, то чтобы получить допустимый ток, нужно прибавить общий номинальный ток электродвигателя или подобного оборудования, умноженный на 1,1, к суммарному номинальному току прочего оборудования.

Кроме того, в соответствии с п. 2 стандарта внутренней электропроводки 3705-6, при выборе магистральной линии трёхфазного асинхронного двигателя в 200 В, часто используемого в электрооборудовании, номинальный ток можно установить равным 4 А на 1 кВт номинальной мощности двигателя.

Рассмотрим два примера, когда оборудование подключено к некой трёхфазной магистрали с напряжением 200 В.

Пример 1

Имеется 3 электродвигателя мощностью 3,7 кВт каждый, суммарный номинальный ток приборов с небольшой пусковой мощностью (например, обогревателей) равен 30 А. Требуется найти допустимый ток магистрали. Суммарный номинальный ток двигателей будет равен:

$$3,7 \text{ кВт} \times 4 \text{ А/кВт} \times 3 \text{ шт.} = 44,4 \text{ А} \leq 50 \text{ А.}$$

Поэтому допустимый ток магистрали должен быть равен:

$$44,4 \text{ А} \times 1,25 + 30 \text{ А} = 85,5 \text{ А или более.}$$

Задача решена.

Пример 2

Имеется 5 электродвигателей мощностью 3,7 кВт каждый, суммарный номинальный ток приборов с небольшой пусковой мощностью (например, обогревателей) равен 30 А. Требуется найти допустимый ток магистрали. Суммарный номинальный ток двигателей будет равен:

$$3,7 \text{ кВт} \times 4 \text{ А/кВт} \times 5 \text{ шт.} = 74,0 \text{ А} > 50 \text{ А.}$$

Поэтому допустимый ток магистрали должен быть равен:

$$74,0 \text{ А} \times 1,1 + 30 \text{ А} = 111,4 \text{ А или более.}$$

Задача решена.

5 Способ расчёта точечным методом

Точечный метод – это метод расчёта освещённости произвольной точки, освещаемой светом, излучаемым определённым источником света. Освещённость точки, освещаемой светом от источника света, пропорциональна яркости (силе) света, излучаемого источником света, и обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника света.

Обозначим освещённость точки за E_n (лк), тогда:

$$E_n = \frac{I}{r^2},$$

где I – сила света (кд); r – расстояние от источника света до точки (м).

Если свет, излучаемый источником света, падает на освещаемую поверхность под углом θ , то горизонтальное освещение поверхности E_h (лк) будет равно

$$E_h = E_n \cos \theta.$$

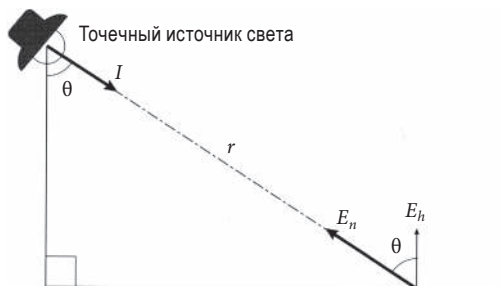
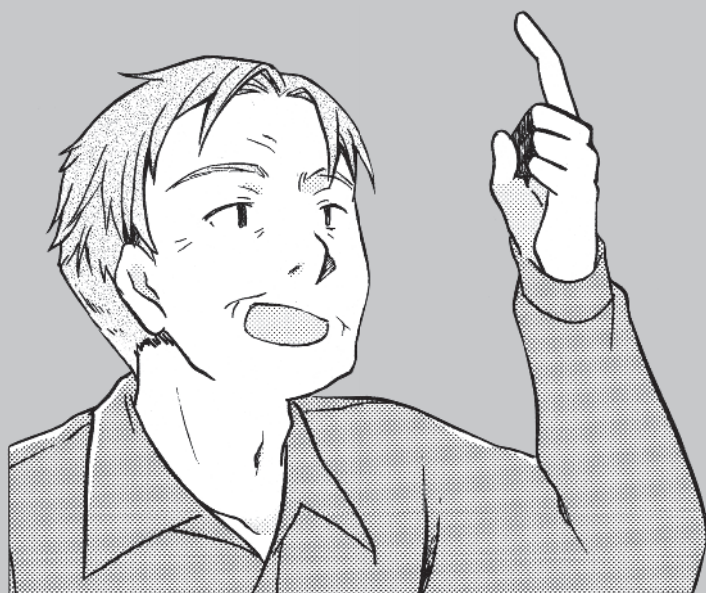


Рис. 1.7. Расчёты точечным методом

ГЛАВА 2

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ





КСТАТИ, ЗАЧЕМ ТЫ
НА МЕНЯ ЭТО ОДЕЛА?

НУ ВЫ ТАКАЯ МИЛЕНЬКАЯ,
И ВОЛОСЫ ТАКИЕ КРАСИВЫЕ,
Я ПОДУМАЛА, ЧТО ВАМ
ОЧЕНЬ ПОЙДЁТ!

Я ЧТО, КУКЛА?!

ВСЁ РАВНО КРОМЕ ТЕБЯ
НИКТО МЕНЯ НЕ ВИДИТ,
ТАК ЧТО НЕТ СМЫСЛА ПЛАТЬЯ
МНЕ МЕНЯТЬ...

ЕСТЬ СМЫСЛ!

Я ЖЕ ВИЖУ!

...



ДА НАПЛЕВАТЬ НА ОДЕЖДУ!
СКОРЕЕ ВЕРНИ МНЕ КУЛОН!

НО ЕСТЬ ЕЩЁ ВЕЩИ,
КОТОРЫЕ Я ХОЧУ
СНАЧАЛА
УЗНАТЬ!

КОГДА ЖЕ
ЭТО ЗАКОНЧИТСЯ?!



НУ ВОТ, НАПРИМЕР, НЭМОТО-САН
ГОВОРИЛ, ЧТО НА ПОТОЛКЕ,
КРОМЕ ОСВЕЩЕНИЯ, ЕСТЬ ЕЩЁ
РАЗНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
(СМ. СТР. 34).



Ч?!



Я БЫ ХОТЕЛА УЗНАТЬ,
ЧТО ТАМ ЕСТЬ
ЗА ПОТОЛКОМ...



ХЛОП

ЛАДНО-ЛАДНО, ВОТ
ТЕБЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
КОМПАНИИ!



Г-ГДЕ ЭТО Я?!

Ямамото Сакудзю

Представитель электроэнергетической
компании
Представляет на строительной площадке
электроэнергетическую компанию
и осуществляет контроль за работами,
как установлено в «Законе о строительстве»



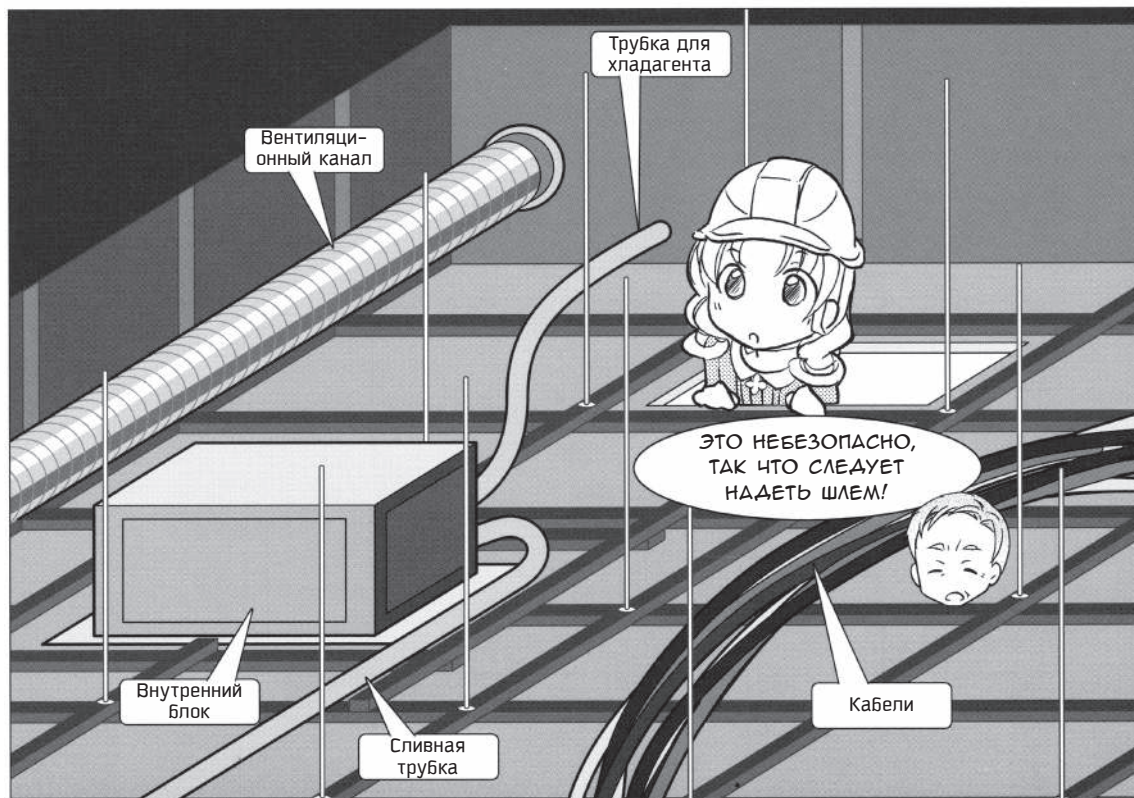
ТАК, ЗНАЧИТ,
ЭТО СОН?..

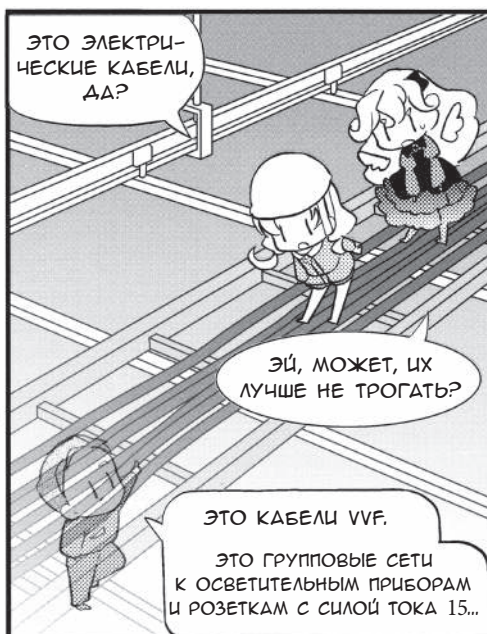
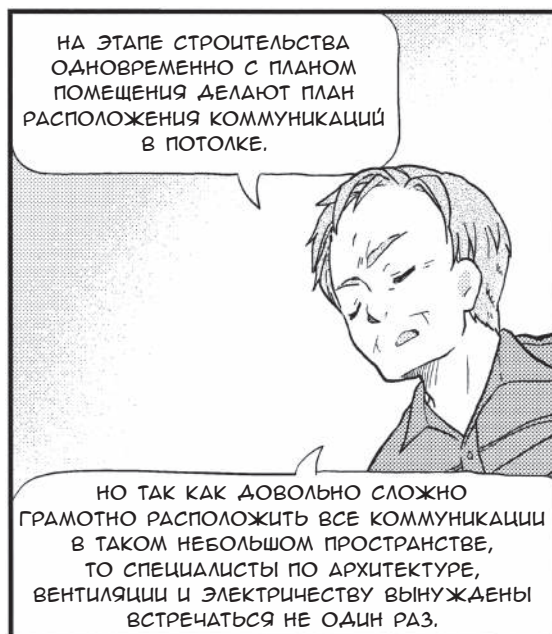
ДА, ЭТО СОН!

Хотя на самом
деле нет!

СКОЛЬКО РАЗ
ВАМ ПОВТОРЯТЬ?!

2.1 ПУТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА





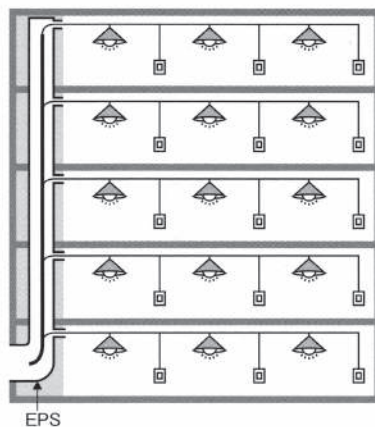
Виниловый изолированный провод	
Внешний вид	Особенности установки
<p>Винил, используемый для изоляции, тонкий, и провод можно легко повредить, поэтому существует опасность получить удар током</p>	<p>Следует прокладывать так, чтобы у людей не было доступа к таким проводам, например в трубке</p>

Кабель VVF	
Внешний вид	Особенности установки
<p>Жилы в изоляции объединяются в пучок и покрываются защитной оболочкой</p>	<p>Прочные и безопасные, можно прокладывать без дополнительных мер безопасности</p>

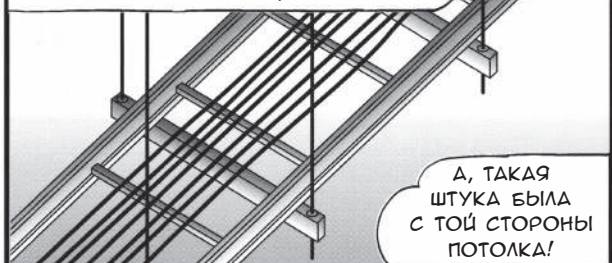


ЭЛЕКТРОПРОВОДКА В ПОТОЛКЕ РАСПОЛАГАЕТСЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ, НО СУЩЕСТВУЕТ ЕЩЁ И ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ПУТЬ ДЛЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ, НАЗЫВАЕМЫЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ КАБЕЛЬНОЙ ШАХТОЙ, ИЛИ ПО-АНГЛИЙСКИ EPS (ELECTRIC PIPE SHAFT (или SRECE)). МОЖНО СКАЗАТЬ, ЭТО МАГИСТРАЛЬ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА.

ТАМ ПРОХОДЯТ НЕ ТОЛЬКО ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРОВОДА, НО И РАЗНЫЕ ДРУГИЕ.

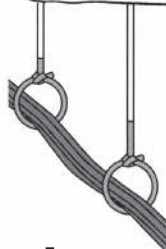


ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЫЧНОЙ КАБЕЛЬНОЙ ЛЕСТНИЦЫ ПОЗВОЛЯЕТ ПРОКЛАДЫВАТЬ МНОЖЕСТВО КАБЕЛЕЙ, И ИХ КОЛИЧЕСТВО МОЖНО ЗАТЕМ УВЕЛИЧИВАТЬ ПО МЕРЕ НЕОБХОДИМОСТИ.

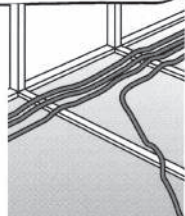


А, ТАКАЯ ШТУКА БЫЛА С ТОЙ СТОРОНЫ ПОТОЛКА!

КОГДА КАБЕЛЕЙ НЕМНОГО, ИСПОЛЬЗУЮТ ТАКЖЕ И ДРУГИЕ СПОСОБЫ.



Держатель для кабелей



Свободно лежащая на направляющих проводка

КСТАТИ ГОВОРЯ, ТАК КАК ПРОВОДА ПРОХОДЯТ ЧЕРЕЗ ЗАДНИЕ ПО ВЕРТИКАЛИ, ТО ДЛЯ ПРОВОДКИ ПРИХОДИТСЯ ДЕЛАТЬ СКВОЗНЫЕ ОТВЕРСТИЯ.

АГА!



И ТУТ НАДО ОБЯЗАТЕЛЬНО ТЩАТЕЛЬНО ЗАКРЫВАТЬ ЭТИ ОТВЕРСТИЯ С ПОМОЩЬЮ НЕГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ.

НЕГОРЮЧИХ... ЭТО... ЧТОБЫ НЕ ДОПУСТИТЬ ПОЖАРА?

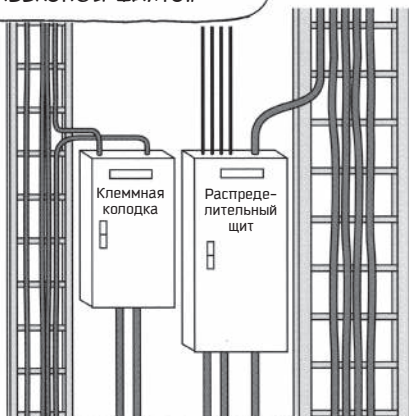
ИМЕННО. ЕСЛИ ОТВЕРСТИЯ КАК СЛЕДУЕТ НЕ ЗАКРЫТЬ, ОГОНЬ И ДЫМ СМОГУТ ПРОНИКНУТЬ ЧЕРЕЗ НИХ.



ЭТО НАЗЫВАЕТСЯ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ОБРАБОТКОЙ СКВОЗНЫХ ОТВЕРСТИЙ.

2.2 ЩИТЫ УПРАВЛЕНИЯ

РАССМОТРИМ ПОДРОБНЕЕ
УСТРОЙСТВО ВЕРТИКАЛЬНОЙ
КАБЕЛЬНОЙ ШАХТЫ.



ТАМ МОГУТ РАСПОЛАГАТЬСЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ
ЩИТЫ, ЩИТЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИБОРАМИ,
КЛЕММНЫЕ КОЛОДКИ И ТРАНСФОРМАТОРЫ.
ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
ВНУТРИ ШАХТЫ НУЖНА ВЕНТИЛЯЦИЯ, ОСОБЕННО
КОГДА В ШАХТАХ РАСПОЛАГАЮТСЯ ТРАНСФОРМАТОРЫ.

ЩИТЫ УПРАВЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРОПРИБОРАМИ? КЛЕММНЫЕ
КОЛОДКИ? ТРАНСФОРМАТОРЫ?

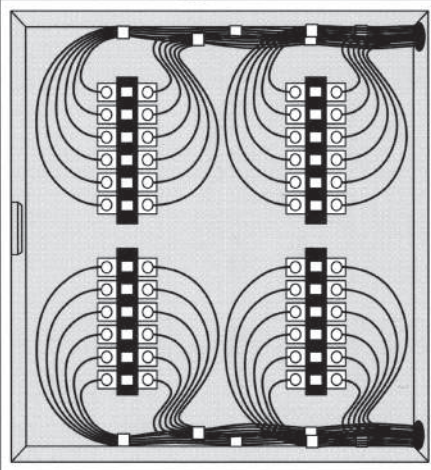


ТРАНСФОРМАТОРЫ
МЕНЯЮТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ
НАПРЯЖЕНИЕ.

А КЛЕММНАЯ КОЛОДКА - ЭТО
ТАКАЯ КОРОБКА ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ
СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ,
НАПРИМЕР ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЕЙ
ИЛИ РАДИОКАБЕЛЕЙ.



ЕСЛИ ЕЁ ОТКРЫТЬ,
УВИДИШЬ ПРИМЕРНО
СЛЕДУЮЩЕЕ.



ПОНЯТНО... А ТЕПЕРЬ
РАССКАЖИТЕ, ПОЖАЛУЙСТА,
ПРО ЩИТ УПРАВЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРОПРИБОРАМИ.

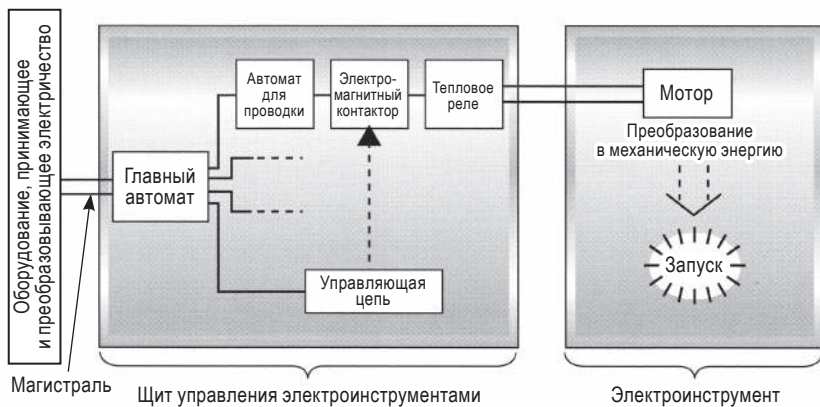


ХОРОШО...

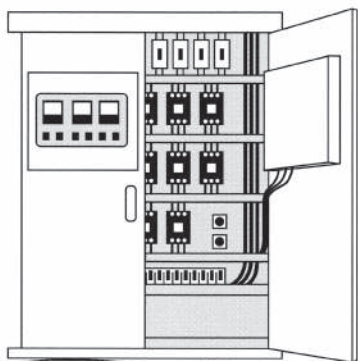


УСТРОЙСТВА, ИСПОЛЗУЮЩИЕ ПРЕОБРАЗОВАННУЮ ИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА ЭНЕРГИЮ, НАЗЫВАЮТСЯ ЭЛЕКТРОПРИБОРАМИ. ЩИТ УПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧИВАЕТ ЭЛЕКТРОПРИБОРЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЕЙ И УПРАВЛЯЕТ ИХ РАБОТОЙ (СМ. СТР. 79).

ВОТ!



НА ЩИТЕ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИБОРАМИ ЕСТЬ ГЛАВНЫЙ АВТОМАТ И ГРУППОВЫЕ АВТОМАТЫ ДЛЯ КАЖДОГО ЭЛЕКТРОПРИБОРА.



ЗНАЧИТ, ЭТО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ЩИТ!

ДА НЕТ ЖЕ!



КОГДА ЭЛЕКТРОПРИБОРОВ МНОГО, ТО В СООТВЕТСТВИИ С ТЕКУЩЕЙ СИТУАЦИЕЙ ЩИТ УПРАВЛЕНИЯ ВКЛЮЧАЕТ И ВЫКЛЮЧАЕТ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, МЕНЯЕТ ЧАСТОТУ ВРАЩЕНИЯ АВИГАТЕЛЕЙ, ТО ЕСТЬ ОСУЩЕСТВЛЯЕТ

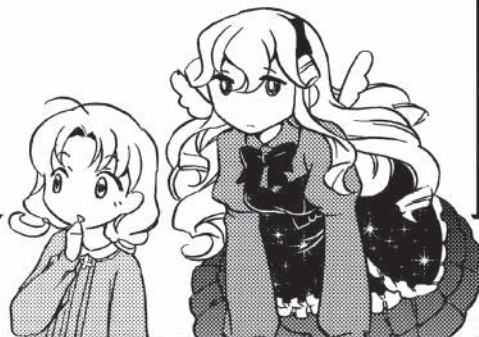
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ!
(СМ. СТР. 84.)

ВОТ ПОЧЕМУ ОН НАЗЫВАЕТСЯ ЩИТОМ УПРАВЛЕНИЯ!



КРОМЕ ТОГО, ЩИТЫ УПРАВЛЕНИЯ НЕСУТ ТАКЖЕ ФУНКЦИИ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕПОЛАДОК ЭЛЕКТРОПРИБОРОВ И ОПОВЕЩЕНИЯ О НИХ.

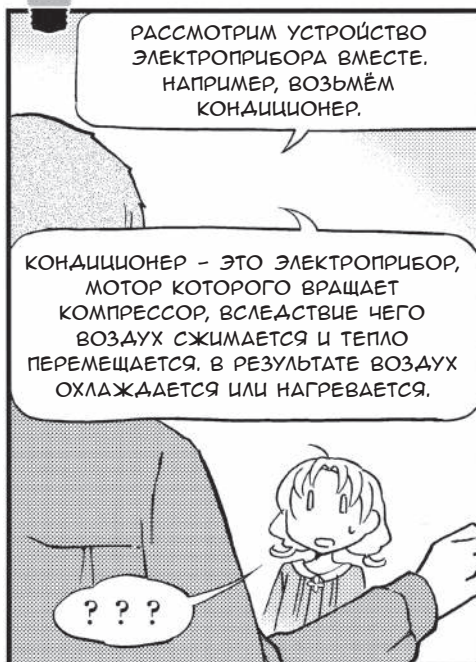
2.3 АВТОМАТЫ



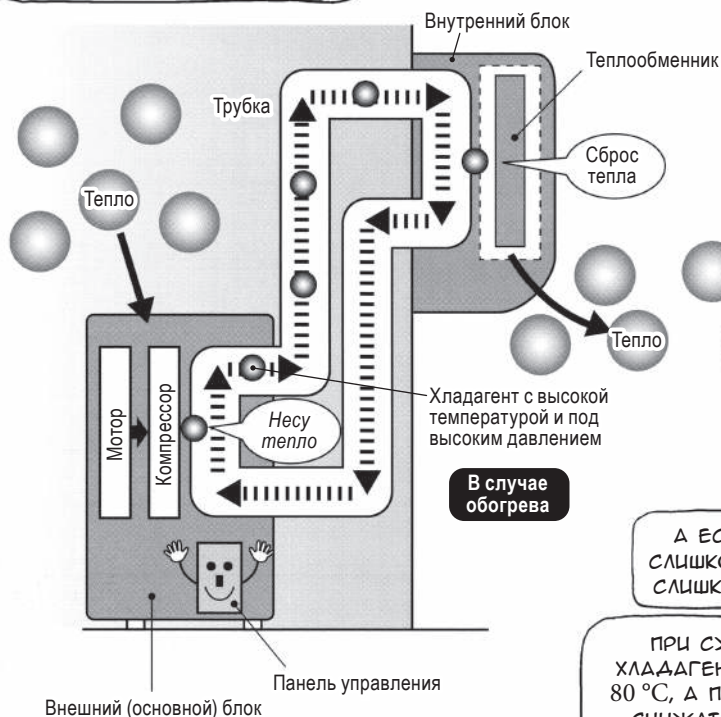




2.4 ЭЛЕКТРОПРИБОРЫ



ТЕПЛО ПЕРЕМЕЩАЕТСЯ ИЗ МЕСТА С БОЛЕЕ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ В МЕСТО С БОЛЕЕ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ. КОГДА ЖАРКО, ХЛАДАГЕНТ ПЕРЕНОСИТ ТЕПЛО ИЗ КОМНАТЫ НА УЛИЦУ, А КОГДА ХОЛОДНО – С УЛИЦЫ В КОМНАТУ.



А ЕСЛИ СНАРУЖИ СЛИШКОМ ЖАРКО ИЛИ СЛИШКОМ ХОЛОДНО?

ПРИ СЖАТИИ ТЕМПЕРАТУРА ХЛАДАГЕНТА МОЖЕТ ДОСТИГАТЬ 80°C , А ПРИ РАСШИРЕНИИ МОЖЕТ СНИЖАТЬСЯ ДО 5°C .

ОГО!

ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ КОНДИЦИОНЕРА НАХОДИТСЯ НА ОСНОВНОМ БЛОКЕ.

ОНА ВКЛЮЧАЕТ И ВЫКЛЮЧАЕТ КОНДИЦИОНЕР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЯ И МЕНЯЕТ СКОРОСТЬ ВРАЩЕНИЯ МОТОРА.

ЕСЛИ СКОРОСТЬ ВРАЩЕНИЯ ВЫСОКА, ТО ОДНО ТОЛЬКО ЭТО ПРИВЕДЁТ К ВЫСОКОМУ ДАВЛЕНИЮ СЖАТИЯ И ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ.

ЩИТ УПРАВЛЕНИЯ ЛИФТОМ
НАХОДИТСЯ ЛИБО В ЛИФТЁРНОЙ,
ЛИБО В ШАХТЕ ЛИФТА.



В ТАКИХ СЛУЧАЯХ ЩИТ УПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБАТЫВАЕТСЯ
И УСТАНАВЛИВАЕТСЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕМ ЛИФТОВ
ОДНОВРЕМЕННО С САМИМ ЛИФТОМ.

А КАК ВЫГЛЯДИТ ЩИТ
УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИБОРАМИ,
КОГДА ЕСТЬ ЭЛЕКТРОПРИБОРЫ
С СОБСТВЕННОЙ ПАНЕЛЬЮ
УПРАВЛЕНИЯ?



В ТАКОМ СЛУЧАЕ
ЧЕРЕЗ АВТОМАТ ПРОХОДИТ
ТОЛЬКО ЭЛЕКТРОПРОВОДКА.

ОДНАКО КОГДА СЛУЧАЕТСЯ КАКАЯ-ТО
ПРОБЛЕМА, ТО НУЖНО ПОСЛАТЬ СИГНАЛ
О ПРОБЛЕМЕ ДРУГИМ ПРИБОРАМ
И ПЕРЕДАТЬ ИНФОРМАЦИЮ О НЕПОЛАДКЕ.
ПОЭТОМУ ВМЕСТЕ С ЭЛЕКТРОПРОВОДКОЙ
ПРОКЛАДЫВАЮТ ПРОВОДА
И ДЛЯ ЭТИХ ЦЕЛЕЙ.



ПОЛУЧАЕТСЯ УПРАВЛЕНИЕ
ВСЕЙ СИСТЕМОЙ ЦЕЛИКОМ, ДА?!

ИТАК... ВСЁ, ЧТО МЫ РАССМАТРИВАЛИ ДО СИХ
ПОР, - ЭЛЕКТРОПРИБОРЫ, ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ
ПАНЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ, ЩИТЫ УПРАВЛЕНИЯ - ВСЁ
ЭТО РАСПОЛАГАЕТСЯ ОБЫЧНО В СПЕЦИАЛЬНОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ ПОД КРЫШЕЙ ИЛИ
В ПОДЗЕМНОМ МЕХАНИЧЕСКОМ ПОМЕЩЕНИИ.

ПОД ЗЕМЛЁЙ, КРОМЕ ТОГО,
НАХОДЯТСЯ ВОДЯНЫЕ БАКИ
И ДРЕНАЖНАЯ СИСТЕМА
ДЛЯ ОТВОДА ГРУНТОВЫХ ВОД.



ДРЕНАЖНАЯ
СИСТЕМА?



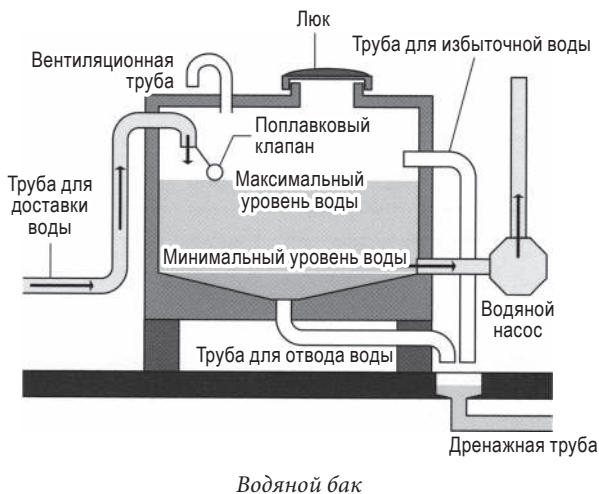
В водяных баках хранится вода из системы центрального водоснабжения.



Эти баки находятся под землёй, потому что водопроводные трубы проходят под землёй, да?



Внутри водяного бака находится так называемый поплавковый клапан, который позволяет автоматически контролировать уровень воды в баке, чтобы он не поднялся выше установленного значения. Когда воды в баке становится слишком мало или возникает опасность превышения установленного уровня воды, то щит управления электроприборами передаёт сигнал на сигнальную панель, установленную в офисном помещении, где находятся люди.



Получается, что вместо датчика используется поплавок. Как-то несовременно...



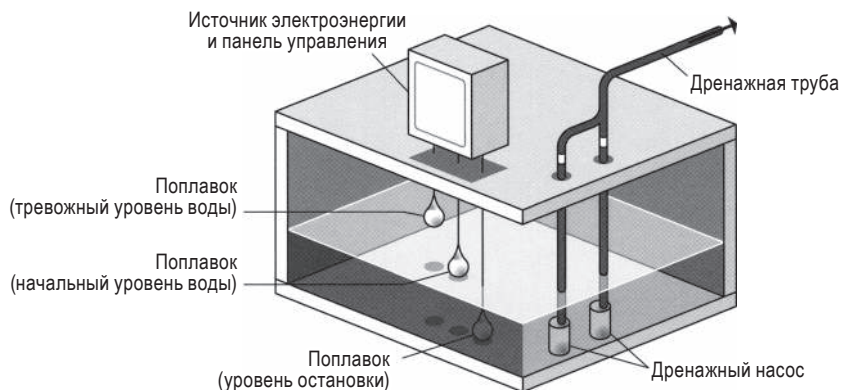
Что значит «несовременно»?! Это простой, дешёвый и надёжный способ.



Ну... извините...



Под полом подземного помещения есть пространство, называемое дренажной системой для отвода грунтовых вод. Там собираются просачивающиеся из грунта подземные воды. Когда уровень воды в этом пространстве превышает установленный, то автоматически запускается дренажный насос, и вода отводится.



Дренажная система для отвода грунтовых вод



А у нас эта вода поступает в онсэн!?



Вот как, тут есть онсэн?



Да! Мы же в отеле Аmanoгава, что на источниках Мiхо!

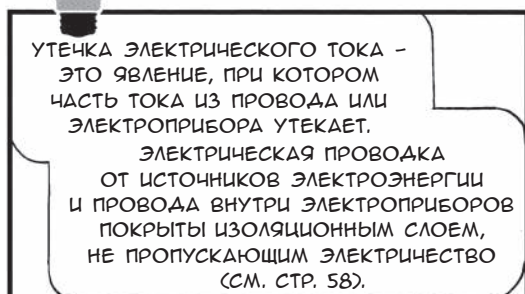


Давненько я не был в онсэне... Кстати, если вдруг дренажный насос выйдет из строя и вода поднимется выше установленного уровня, то, как и в случае с водяными баками, сигнал тревоги будет передан на щит управления электроприборами в машинном помещении и на сигнальную панель в офис.



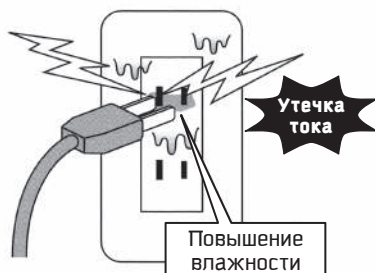
2.5

УТЕЧКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА



ОДНАКО КОГДА ЭТОТ СЛОЙ ИЗНАШИВАЕТСЯ ИЛИ ПОВРЕЖДАЕТСЯ, ЕГО ИЗОЛЯЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СНИЖАЮТСЯ.

ИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ МОЖЕТ НАЧАТЬ ПРОВОДИТЬ ТОК ОСОБЕННО В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ ВЛАЖНОСТИ, И ПОЭТОМУ-ТО УТЕЧКА ТОКА ЧАЩЕ СЛУЧАЕТСЯ В МЕСТАХ, ГДЕ ЕСТЬ ВОДА.



ЕСЛИ НЕ ПРИНЯТЬ МЕР, ТО ИЗОЛЯЦИОННЫЕ СВОЙСТВА БУДУТ ПРОДОЛЖАТЬ

УХУДАШАТЬСЯ, ЧТО В КОНЦЕ КОНЦОВ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ПОРАЖЕНИЮ ТОКОМ. КРОМЕ ТОГО, УТЕЧКА ТОКА СОПРОВОЖДАЕТСЯ ВЫДЕЛЕНИЕМ ТЕПЛА, ЧТО МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ПОЖАРУ.

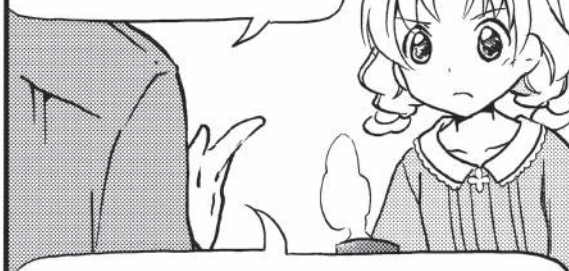


ЕСЛИ ВНЕЗАПНОЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ ПРОИЗОЙДЁТ НА ЗАВОДСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБОРУДОВАНИИ, ТО ЭТО МОЖЕТ ПОВРЕДИТЬ ПРОИЗВОДИМЫЙ В ЭТОТ МОМЕНТ ПРОДУКТ И САМО ОБОРУДОВАНИЕ.



ТАК И ДЛЯ КОМПЬЮТЕРА ЭТО ТОЖЕ ОПАСНО!

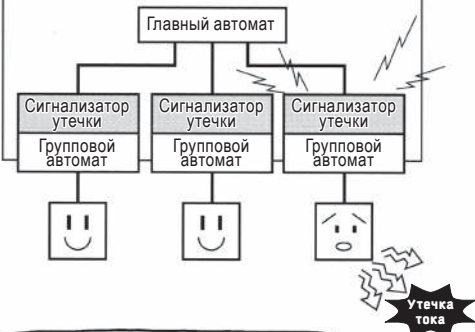
КОГДА СУЩЕСТВУЕТ ПОДОБНАЯ ОПАСНОСТЬ, ОБЫЧНО К ГРУППОВОМУ АВТОМАТУ ПОДКЛЮЧАЮТ СИГНАЛИЗАТОР УТЕЧКИ.



В ТАКОМ СЛУЧАЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО НЕ ОТКЛЮЧАЕТСЯ, А ТОЛЬКО СООБЩАЕТСЯ ОБ УТЕЧКЕ. ТАКИЕ УСТРОЙСТВА, КАК И УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ, ЛУЧШЕ ПОДКЛЮЧАТЬ ОТДЕЛЬНО К КАЖДОМУ ЭЛЕКТРОПРИБОРУ.

РАССМОТРИМ СИТУАЦИЮ, КОГДА ПРОИЗОШЛА УТЕЧКА ТОКА.

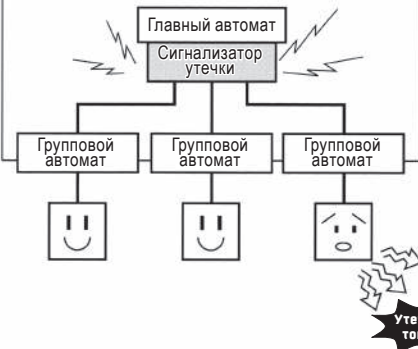
Щит управления электроприборами



В ТАКОЙ СИТУАЦИИ СРАЗУ ПОНЯТНО, В КАКОМ МЕСТЕ ПРОИЗОШЛА УТЕЧКА, НЕ ПРАВАА ЛИ?

А ВОТ В ТАКОМ СЛУЧАЕ УЖЕ СЛОЖНО.

Щит управления электроприборами



УТЕЧКА ТОКА - ЭТО ВСЕГДА ПРОБЛЕМА.

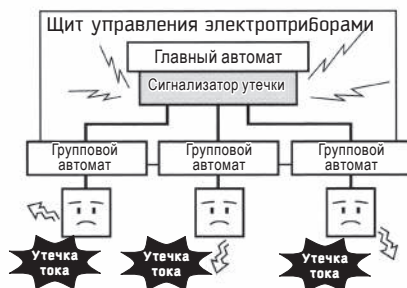


НО УТЕЧКА ЭЛЕКТРИЧЕСТВА
МОЖЕТ БЫТЬ НЕ ПОСТОЯННОЙ.
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЛАЖНОСТИ
ВОЗДУХА УТЕЧКА МОЖЕТ ТО
ПРОИСХОДИТЬ, ТО ПРЕКРАЩАТЬСЯ.

ЧТО?!



БЫВАЕТ ТАКОЕ,
ЧТО УТЕЧКА ПОНЕМНОГУ
ПРОИСХОДИТ
В НЕСКОЛЬКИХ ПРИБОРАХ.
В ТАКОМ СЛУЧАЕ
ОБНАРУЖЕНИЕ ТОЛЬКО
ОДНОГО ПРИБОРА
С УТЕЧКОЙ НЕ ИСПРАВИТ
СИТУАЦИЮ.



ЕСЛИ В ТАКОЙ
СИТУАЦИИ СИГНАЛИЗАТОР
УТЕЧКИ ТОЛЬКО ОДИН
НА НЕСКОЛЬКО
ПРИБОРОВ, ТО НЕЛЬЗЯ
БУДЕТ УСТАНОВИТЬ
ПРИЧИНУ ПРОБЛЕМЫ.

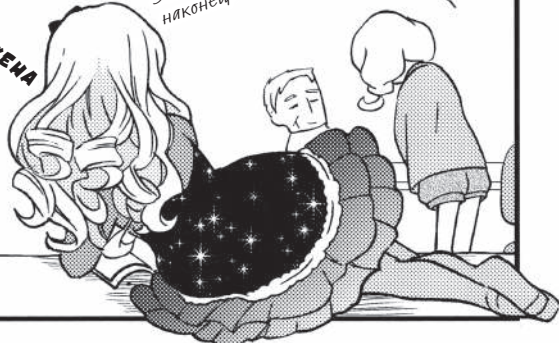
ДА-А, НАЙТИ ПРИЧИНУ
УТЕЧКИ НЕПРОСТО.

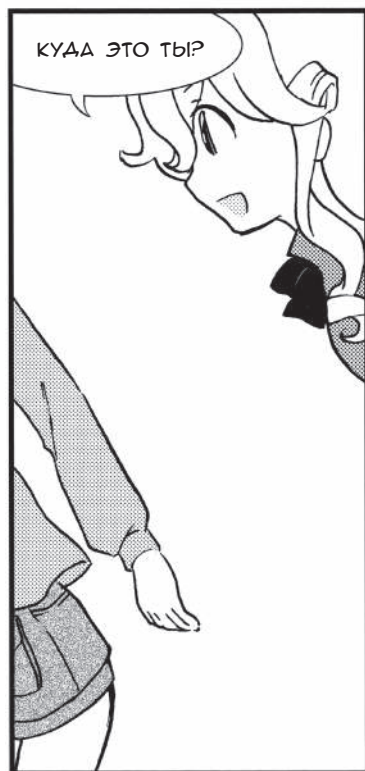


НУ, ВОТ ВРОДЕ И ВСЁ.

Ой!
БОЛЬШОЕ ВАМ СПАСИБО!

ЗАКОНЧИЛИ
НАКОНЕЦ?
РАЗДРАЖЕНА





У МЕНЯ, КОНЕЧНО,
УВЕРЕННОСТИ НЕТ,
НО Я ДОЛЖНА
ПОПРОБОВАТЬ!



А!

ХА!

НУ, МНЕ-ТО ДО ЭТОГО
НИКАКОГО ДЕЛА НЕТ...

О!



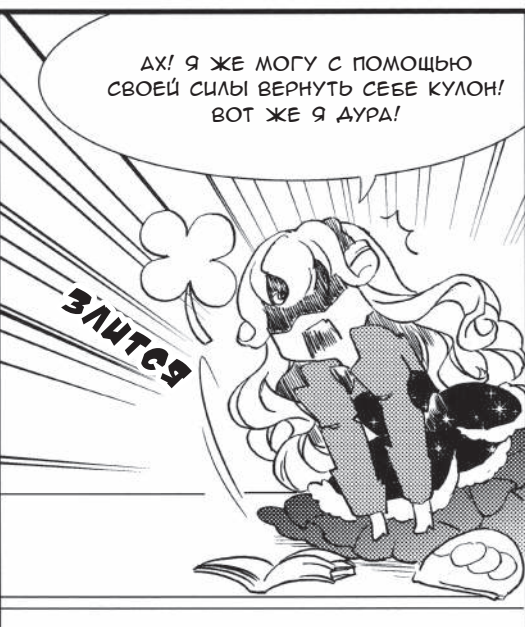
ХРУМ...

ХММ?..



АХ! Я ЖЕ МОГУ С ПОМОЩЬЮ
СВОЕЙ СИЛЫ ВЕРНУТЬ СЕБЕ КУЛОН!
ВОТ ЖЕ Я ДУРА!

ВЛЕТСЯ



ПЕЧА



НО, ПОЖАЛУЙ,
ЕЩЁ НЕМНОГО ЗАДЕРЖУСЬ...



ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

1 Падение электрического напряжения

1.1. Допустимое значение падения электрического напряжения

Когда ток течёт по проводам, то часть электроэнергии расходуется из-за сопротивления проводов (импеданса). Вследствие чего электрическое напряжение на стороне нагрузки снижается по сравнению с напряжением источника электроэнергии. Это явление называется падением напряжения. Если падение напряжения велико, то электрооборудование не будет получать необходимое напряжение, что приведёт к невозможности использования оборудования либо к снижению его выходной мощности.

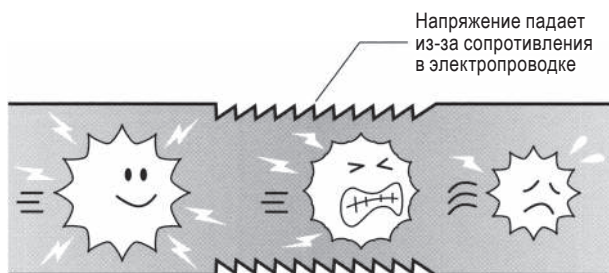


Рис. 2.1. Падение электрического напряжения

Согласно стандарту 1310-1, касающемуся падения напряжения в низковольтной внутренней проводке, падение напряжения в магистральной сети и в ответвлениях должно быть не более 2 % по отдельности и не превышать 4 % в сумме. Однако если питание осуществляется от трансформатора, находящегося в месте потребления электроэнергии, падение напряжения в магистрали допускается не более 3 %. Таким образом, если подаётся высокое или очень высокое напряжение, которое затем трансформатор преобразует в низкое, то падение напряжения допускается в 3 % в магистрали и 2 % в ответвлениях, то есть суммарное допустимое падение напряжения равно 5 %.

Кроме того, если длина электрического провода от выходной клеммы (входной клеммы подачи низкого напряжения) питающего трансформатора до нагрузки на самом дальнем конце превышает 60 м, то допустимое суммарное падение напряжения в магистрали и в ответвлениях можно найти в следующей таблице.

Таблица 2.1. Падение напряжения при длине провода до самой отдалённой нагрузки более 60 м

Длина провода от выходной клеммы (входной клеммы подачи низкого напряжения) трансформатора до самой дальней нагрузки	Падение напряжения	
	При питании от трансформатора в месте потребления	При приёме низковольтной электроэнергии
Не более 120 м	Не более 5 %	Не более 4 %
Не более 200 м	Не более 6 %	Не более 5 %
Более 200 м	Не более 7 %	Не более 6 %

Расчёт падения напряжения во всех ответвлениях занимает слишком много времени, поэтому обычно для расчёта размера магистрали принимают падение напряжения в ответвлениях равным 2 % и рассчитывают только падение напряжения в магистрали, установив верхний предел для этого значения.

Обычно распределительные щиты и щиты управления электроприборами располагаются рядом с нагрузкой, поэтому, за исключением особых случаев, длина проводки распределительных сетей от щитов вряд ли будет предельно большой. По этой причине часто размеры разводки таких цепей можно определить по силе тока нагрузки и по допустимой силе тока в проводке.

Однако на больших заводах или при установке щитов вне помещения расстояние от распределительных щитов до освещения или розеток на самом дальнем конце может быть велико, тогда нужно учитывать падение электрического напряжения, и иногда приходится делать проводку распределительных сетей более толстой.

1.2. Расчёт падения электрического напряжения

Формула расчёта падения напряжения в сети переменного тока представлена ниже.

$$e = K \times I(R \cos \theta + X \sin \theta) \times L,$$

где e – падение электрического напряжения (В); K – коэффициент электрической сети: однофазная 2-проводная $K = 2$ (между проводами), однофазная 3-проводная $K = 1$ (между землей), трёхфазная 3-проводная $K = \sqrt{3}$, трёхфазная 4-проводная $K = 1$ (между землей); I – сила тока (А); R – сопротивление провода (Ом/км); X – реактивное сопротивление провода (Ом/км); $\cos \theta$ – коэффициент мощности на конце нагрузки; $\sin \theta$ вычисляют из соотношения $\sin \theta = \sqrt{1 - \cos^2 \theta}$; L – длина пути (м).

Однако чаще пользуются упрощёнными формулами, представленными в таблице ниже.

Таблица 2.2. Упрощённые формулы расчёта падения напряжения

Тип сети	Расчётная формула	Объект падения напряжения
Постоянного тока 2-проводная Однофазная 2-проводная Однофазная 3-проводная	$e = \frac{35,6 \times L \times I}{1000 \times A}$	Между проводами
Трёхфазная 3-проводная	$e = \frac{30,8 \times L \times I}{1000 \times A}$	Между проводами
Однофазная 3-проводная Трёхфазная 4-проводная	$e = \frac{17,8 \times L \times I}{1000 \times A}$	Между фазой и нейтральным проводом

Здесь e – падение электрического напряжения (В); I – сила тока (А); L – длина пути (м); A – площадь поперечного сечения провода (мм²).

Например, если есть трёхфазная 3-проводная сеть в 200 В, нагрузка с силой тока 100 А, при этом длина пути 50 м, а площадь поперечного сечения проводника 38 мм², то падение электрического напряжения будет:

$$e = \frac{30,8 \times 50 \text{ м} \times 100 \text{ А}}{1000 \times 38 \text{ мм}^2} = 4,05 \text{ В}.$$

Таким образом, падение напряжения относительно напряжения источника тока в 200 В будет равно:

$$\frac{4,05 \text{ В}}{200 \text{ В}} \times 100 = 2,0 \text{ \%}.$$

Преобразовав упрощённые формулы из табл. 2.2, можно рассчитать площадь поперечного сечения проводника, с тем чтобы падение напряжения не превышало установленного значения.

Таблица 2.3. Расчёт площади поперечного сечения проводника с использованием упрощённых формул

Тип сети	Расчётная формула	Объект падения напряжения
Постоянного тока 2-проводная Однофазная 2-проводная Однофазная 3-проводная		Между проводами
Трёхфазная 3-проводная		Между проводами
Однофазная 3-проводная Трёхфазная 4-проводная		Между фазой и нейтральным проводом

Например, есть трёхфазная 3-проводная сеть в 200 В, нагрузка с величиной тока 120 А, при этом длина пути 70 м, а падение электрического напряжения в магистрали не должно превышать 3 % (то есть возьмём 3 % от 200 В, получается $200 \times 3 \% = 6$ В). Тогда:

$$A \geq \frac{30,8 \times 70 \text{ м} \times 120 \text{ А}}{1000 \times 6 \text{ В}} = 43,12 \text{ мм}^2.$$

Получается, что при установленном ограничении падения напряжения толщина кабеля на магистрали должна быть не менее 43,12 мм². Однако при выборе толщины кабеля магистрали также необходимо учитывать номинальную мощность автомата, защищающего магистраль, и допустимый ток в проводах.

Предположим, что в нашем примере номинальный ток автомата, защищающего магистраль, составляет 150 А, что даёт небольшой запас по величине тока нагрузки, тогда допустимый ток магистрали должен быть не менее 150 А, а толщина (площадь поперечного сечения) кабеля должна быть не менее 43,12 мм².

Согласно стандарту JCS 0168 (табл. 2.4) Японской ассоциации производителей электропроводки, допустимый ток при прокладке одного кабеля CVT по воздушной линии электропередачи при температуре окружающей среды 40 °С составляет 155 А при площади поперечного сечения 38 мм² и 210 А при площади поперечного сечения 60 мм². Принимая во внимание только допустимый ток, можно использовать кабель диаметром 38 мм², но чтобы снизить падение напряжение до значения не более 3 %, следует выбрать диаметр 60 мм².

Таблица 2.4. Допустимый ток CVT кабеля в 600 В
(температура окружающей среды 40 °С, допустимая температура изолятора 90 °С, прокладка 1-го кабеля по воздуху)

Площадь поперечного сечения	Допустимый ток
14 мм ²	86 А
22 мм ²	110 А
38 мм ²	155 А
60 мм ²	210 А
100 мм ²	290 А

(Источник: JCS 0168. Расчёт допустимого тока для электрических кабелей при напряжении не более 33 кВ)

2 Щит управления электроприборами

2.1. Защита электродвигателя (мотора)

Как правило, каждый электрический двигатель подключается по отдельной сети («Стандарт внутренней электропроводки 3705-2»). Чтобы защитить электродвигатель от возгорания, эта сеть должна быть снабжена автоматическим выключателем (автоматом), отключающим сеть от перегрузки, либо сигнализирующим устройством, которое в случае перегрузки будет подавать сигнал тревоги (ст. 53 «Интерпретации к техническим стандартам электрооборудования»).

При запуске двигателя в него поступает пусковой ток, превышающий номинальный. При перегрузках через внутреннюю обмотку двигателя проходит ток, превышающий номинальный ток. Защита электродвигателя от перегрузки должна быть такой, чтобы не срабатывать при кратковременном воздействии пускового тока, но срабатывать при перегрузках.

В трёхфазном электродвигателе, кроме перегрузок, вызванных чрезмерной нагрузкой, могут быть перегрузки, вызванные отключением одной из трёх линий, обрывом фазы. Сверхток из-за обрыва фазы не может быть обнаружен обычным автоматом защиты от перегрузки, и если обрыв фазы будет продолжаться, то обмотка внутри двигателя может сгореть. Чтобы предотвратить возгорание обмотки из-за обрыва фазы, в дополнение к автомату защиты от перегрузки требуется защитное устройство, способное определять обрыв фазы.

На цепях щита управления электроприборами, кроме автомата электропроводки, устанавливают электромагнитный контактор и тепловое реле (см. стр. 62). Существует несколько методов защиты электродвигателей, но одним из основных является метод объединения автомата электропроводки, электромагнитного контактора и теплового реле. В качестве теплового реле используют двухэлементное реле (2E реле), которое не только обнаруживает сверхток из-за чрезмерных нагрузок, но также и сверхток из-за обрыва фазы.

При такой комбинации если в проводке протекает большой ток из-за короткого замыкания, то это обнаруживает автомат электропроводки, и он размыкает сеть. Если же сверхток возникает из-за чрезмерной нагрузки или из-за обрыва фазы, то это обнаруживает тепловое реле, которое размыкает электромагнитный контактор.

Кроме того, существует также автоматический выключатель двигателя, который защищает двигатель как от короткого замыкания, так и от сверхтока. При выборе автоматического выключателя двигателя необходимо учитывать мощность и характеристики конкретного двигателя.

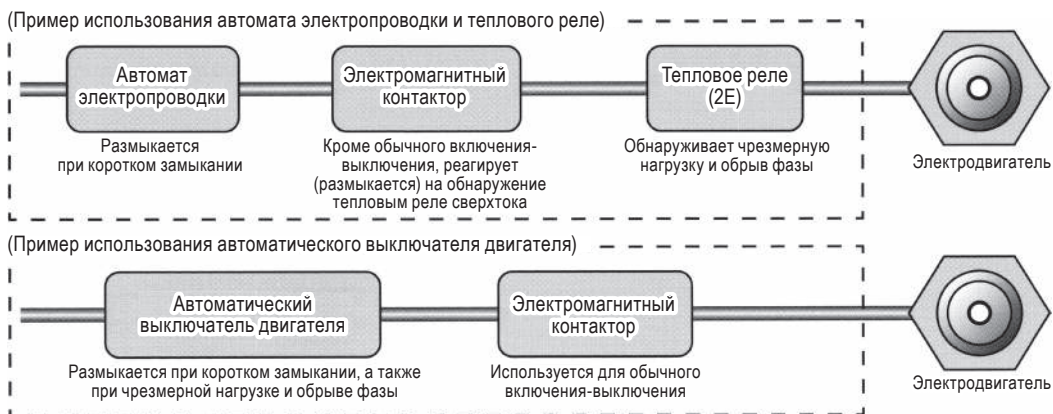


Рис. 2.2. Защита электродвигателя (мотора)

2.2. Запуск электродвигателя

Как уже было сказано выше, в момент запуска двигателя возникает большой пусковой ток, многократно превышающий номинальный (в 5–8 раз). Если пусковой ток очень большой, необходимо использовать провода большего сечения и увеличивать ёмкость трансформатора источника тока. Если выходная мощность электродвигателя не очень велика, то это не является большой проблемой. Однако при большой выходной мощности электродвигателя это соответствующее утолщение электропроводки и увеличение ёмкости трансформатора становится неэкономичным. Кроме того, большой пусковой ток может вызвать временное снижение напряжения источника электроэнергии и увеличить нагрузку на оборудование. Поэтому в стандартах внутренней электропроводки установлено, что трёхфазный асинхронный двигатель с номинальной выходной мощностью более 3,7 кВт должен быть снабжён пусковым устройством, подавляющим пусковой ток (по стандарту 3305-2, однако при определённых условиях пусковое устройство может быть опущено).

Трёхфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором часто используется, например, в оборудовании для кондиционирования воздуха в зданиях. Такой двигатель имеет ротор в форме «беличьей клетки» и используется в различном оборудовании в качестве надёжного и долговечного двигателя простой конструкции.

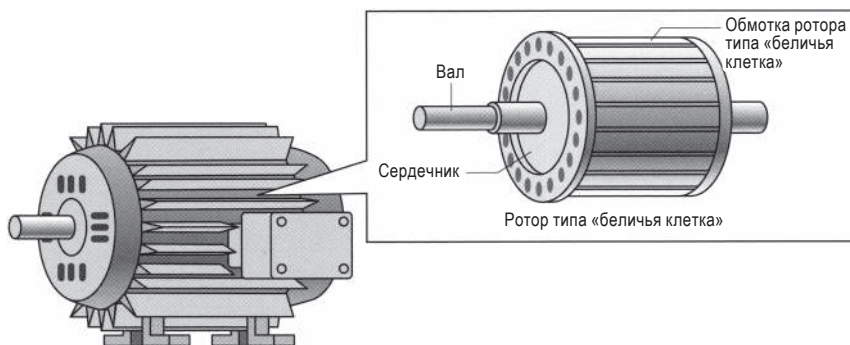


Рис. 2.3. Трёхфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором

При запуске трёхфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором для контроля пускового тока применяются следующие методы.

1. Запуск «звезда–треугольник»

Подключение обмоток статора обычно осуществляется по схеме «треугольник» (Δ), но в момент запуска только на несколько секунд подключение производится по схеме «звезда» (Υ). Когда вращение началось, снова «треугольник». Соединение обмоток статора по схеме «звезда» снижает напряжение на обмотке до $1/\sqrt{3}$ от напряжения при схеме соединения «треугольник». Так как протекающий через обмотку ток пропорционален квадрату напряжения, то пусковой ток снизится в 3 раза. Пусковой момент тоже снизится в 3 раза.

2. Запуск через трансформатор (метод Корндорфа)

Это метод снижения пускового напряжения с использованием трансформатора. Например, если пусковое напряжение снизится в 2 раза по сравнению с номинальным, то, так как ток пропорционален квадрату напряжения, пусковой ток снизится до $1/4$. Пусковой момент при этом тоже снизится до $1/4$.

3. Реакторный запуск

Способ снижения напряжения в момент запуска двигателя, а следовательно, и пускового тока, посредством установки реактора (устройства в виде катушки с обмоткой) между источником и электродвигателем. По мере увеличения числа оборотов постепенно увеличивается и напряжение, и следом увеличивается крутящий момент, поэтому во время ускорения можно получить большой крутящий момент.

2.3. Схема распределительных линий и магистралей на щите управления электроприборами

Номинальный ток и размер проводов автоматов электропроводки в цепях электродвигателя выбираются с учётом величины тока нагрузки двигателя, пускового тока и падения напряжения в проводах. Определение номинального тока и выбор проводов для автоматов электропроводки в каждой такой цепи являются очень трудоёмкой задачей. Чтобы облегчить эту задачу, в Стандартах внутренней электропроводки представлена таблица автоматов электропроводки и сечений проводов в соответствии с номинальными выходными мощностями электродвигателей. Часть этой таблицы представлена ниже.

Стандарты внутренней электропроводки 3705-1
Для цепи одного трёхфазного асинхронного электродвигателя в 200 В
(с автоматом для электропроводки) (медный провод)

Падение напряжения на максимальной длине принимаем за 2 %.

Номинальная выходная мощность (кВт)	Суммарный ток нагрузки (договорной ток)	Толщина кабеля в зависимости от типа				Автомат для сверхтока (автомат для электропроводки) (А)		Минимальная толщина заземляющего провода
		При наличии не более трёх проводов в кабелепроводе или для VV-кабелей		CV-кабель		Прямой пуск	С использованием стартера (запуска «звезда-треугольник»)	
		минимальная толщина	максимальная длина (м)	минимальное сечение (мм²)	максимальная длина (м)			
0,2	1,8	1,6 мм	144	2,0	144	15	–	1,6 мм
0,4	3,2	1,6 мм	81	2,0	81	15	–	1,6 мм
0,75	4,8	1,6 мм	54	2,0	54	15	–	1,6 мм
1,5	8	1,6 мм	32	2,0	32	30	–	1,6 мм
2,2	11,1	1,6 мм	23	2,0	23	30	–	1,6 мм
3,7	17,4	2,0 мм	23	2,0	15	50	–	2,0 мм
5,5	26	5,5 мм²	27	3,5	17	75	40	5,5 мм²
7,5	34	8 мм²	34	5,5	20	100	50	5,5 мм²
11	48	14 мм²	37	14	37	125	75	8 мм²
15	65	22 мм²	43	14	28	125	100	14 мм²
18,5	79	38 мм²	61	22	36	125	125	14 мм²
22	93	38 мм²	51	22	30	150	125	14 мм²
30	124	60 мм²	62	38	39	200	175	22 мм²
37	152	100 мм²	86	60	51	250	225	22 мм²

(Взято из стандарта внутренней электропроводки 3705-1 «Для побочной цепи одного трёхфазного асинхронного электродвигателя в 200 В (с автоматом для электропроводки) (медный провод)»)

Если, например, имеется электродвигатель с выходной мощностью 7,5 кВт, в котором используется запуск «звезда–треугольник», то номинальный ток для автомата сверхтока будет 50 А, и в случае использования CV-кабеля его сечение должно быть 5,5 мм².

В Стандартах внутренней электропроводки приводится также таблица для определения параметров магистрали и номинального тока главного автомата на панели управления электроприборами.

Стандарты внутренней электропроводки 3705-4
Толщина магистрали и ёмкость оборудования для трёхфазного асинхронного электродвигателя в 200 В (с автоматом для электропроводки) (медный провод)

Падение напряжения на максимальной длине принимаем за 2 %.

Суммарная мощность всех электродвигателей (кВт) и менее	Максимальная используемая сила тока (А) и менее	Параметры магистрали		Самый большой из электродвигателей, запускаемых напрямую													
		CV-кабель		менее 0,75	1,5	2,2	3,7	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45	55
				Самый большой из электродвигателей, запускаемых способом «звезда–треугольник»													
		минимальное сечение (мм²)	максимальная длина (м)														
Ёмкость автомата для сверхтока (автомата для электропроводки) (А) * Верхнее число: прямой пуск; нижнее число: пуск «звезда–треугольник»																	
3	15	2	16	20 –	30 –	30 –	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,5	20	2	13	30 –	30 –	30 –	50 –	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6,3	30	5,5	24	40 –	40 –	40 –	50 –	75 40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8,2	40	8	26	50 –	50 –	50 –	60 –	75 50	100 50	–	–	–	–	–	–	–	–
12	50	14	36	75 –	75 –	75 –	75 –	75 75	100 75	125 75	–	–	–	–	–	–	–
15,7	75	14	24	100 –	100 –	100 –	100 –	100 100	125 100	125 100	125 100	–	–	–	–	–	–
19,5	90	22	31	125 –	125 –	125 –	125 –	125 125	125 125	125 125	125 125	125 125	–	–	–	–	–
23,2	100	22	28	125 –	125 –	125 –	125 –	125 125	125 125	125 125	125 125	125 125	150 125	–	–	–	–
30	125	38	38	175 –	175 –	175 –	175 –	175 175	175 175	175 175	175 175	175 175	175 175	–	–	–	–
37,5	150	60	52	200 –	200 –	200 –	200 –	200 200	200 200	200 200	200 200	200 200	200 200	200 200	–	–	–
45	175	60	44	225 –	225 –	225 –	225 –	225 225	225 225	225 225	225 225	225 225	225 225	225 225	250 225	–	–
52,5	200	100	65	250 –	250 –	250 –	250 –	250 250	250 250	250 250	250 250	250 250	250 250	250 250	250 250	300 300	–
63,7	250	100	52	350 –	350 –	350 –	350 –	350 350	350 350	350 350	350 350	350 350	350 350	350 350	350 350	350 350	400 350
75	300	150	66	400 –	400 –	400 –	400 –	400 400	400 400	400 400	400 400	400 400	400 400	400 400	400 400	400 400	400 400
86,2	350	200	74	500 –	500 –	500 –	500 –	500 500	500 500	500 500	500 500	500 500	500 500	500 500	500 500	500 500	500 500

(Взято из стандарта внутренней электропроводки 3705-4 «Толщина магистрали и ёмкость оборудования для трёхфазного асинхронного электродвигателя в 200 В (с автоматом для электропроводки) (медный провод)»)

Например, суммарная выходная мощность электродвигателей равна 40 кВт, мощность самого большого из них 11 кВт, и он запускается методом «звезда–треугольник», тогда для магистральной линии требуется CV-кабель сечением 60 мм², а номинальный ток главного автоматического выключателя на щите управления электроприборами должен быть равен 225 А (однако из-за падения напряжения может потребоваться увеличение толщины кабеля).

2.4. Цепь управления

Щит управления электроприборами имеет цепь управления, к функциям которой относятся включение-выключение источника питания двигателя, смена схемы подключения обмотки со «звезды» на «треугольник» при запуске двигателя этим способом. Когда цепь управления получает сигнал (информацию) извне, она в соответствии с установленной процедурой включает-выключает питание устройства или при возникновении неисправности останавливает работу оборудования и издаёт сигнал тревоги. Способ управления, при котором включение-выключение оборудования производится по заранее установленной схеме, называется «последовательным управлением».

При использовании последовательного управления возможны такие последовательности действий, как: «при включении вытяжного вентилятора автоматически включается приточный вентилятор» или «при накапливании воды в сливном баке автоматически включается сливной насос, а когда вода заканчивается, насос автоматически останавливается».

Цепь управления с последовательным управлением может включать в себя реле для приёма сигналов извне и отправки сигналов наружу, таймеры, кнопки для ручного управления, переключатели, электромагнитные контакторы для включения-выключения цепи источника питания и т. д.

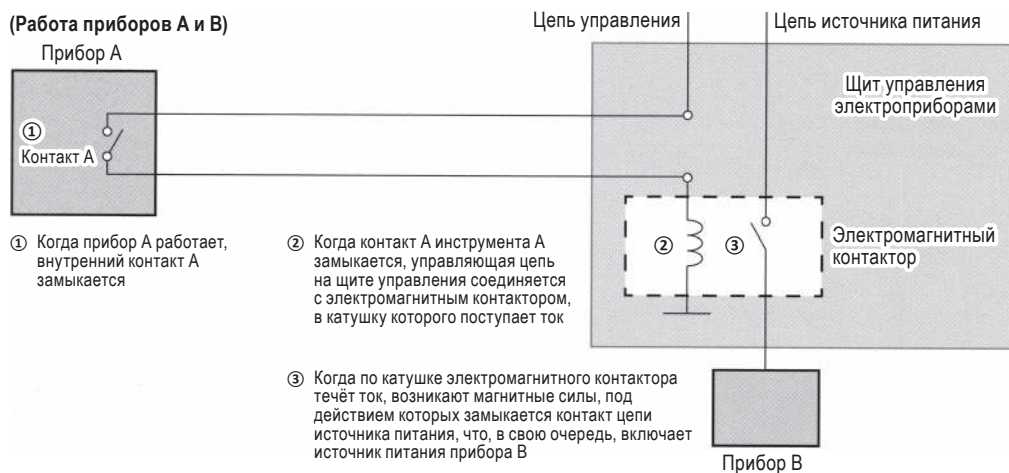


Рис. 2.4. Пример последовательного управления

ГЛАВА 3

ПРОЧЕЕ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ



БА-БАХ!

ого!

СЕЙЧАС
ЧТО-ТО УПАЛО!

ЗАДОРОВО, ДА?

ВО ВРЕМЯ ГРОЗЫ
СВЕРКАЮТ МОЛНИИ,
НЕ ТАК ЛИ?


ПОЧЕМУ ЖЕ ОНИ
НЕ ПОПАДАЮТ В ЗАДАНИЯ?

ЕЩЁ БЫ ХОТЕЛОСЬ УЗНАТЬ
ПОБОЛЬШЕ О ПРОТИВОПОЖАРНОМ
ОБОРУДОВАНИИ...
ИНЖЕНЕР-ЭЛЕКТРИК 1-ГО КЛАССА
ДОЛЖЕН ВСЁ ЭТО ЗНАТЬ.

защита от пожара
не допустить
проникновения

ГА-ДА-ДАМ...






НО Я ВЕРЮ ТОЛЬКО
НАПОЛОВИНУ!
ПОТОМУ ЧТО Я НЕ ВЕРЮ
В ТО, ЧТО НЕ ВИДЕЛА
СВОИМИ ГЛАЗАМИ.


ОДНАКО Я БЫЛА ТОЛЬКО ЧТО
НА РАБОЧЕЙ ПЛОЩАДКЕ,
А ЗАТЕМ КАКОЙ-ТО СИЛОЙ БЫЛА
ПЕРЕМЕЩЕНА, ЭТО Я ПРИЗНАЮ.

Хасегава Акира

Инженер по электронной технике 1-го класса
Проверяет проекты и оборудование
на соответствие установленным нормам
для зданий определённого размера.
Находится в данной должности с 2010 года




А РАЗГОВОР ПРО АНГЕЛА
ПОКА ОТЛОЖИМ, ХОРОШО?



ОТЛИЧНО,
ОНА НЕ ТАКАЯ, КАК ТЫ!

ХАСЕГАВА-САН
ТАКАЯ КЛАССНАЯ!


А?



ЗНАЧИТ, ЕСЛИ Я РАССКАЖУ
ПРО ОБОРУДОВАНИЕ ПО ЗАЩИТЕ ОТ
СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ И О ГРОМООТВОДЕ,
ТО ВЕРНУСЬ ОБРАТНО, ВЕРНО?

АА!

ЗАМЕТЬ,
ЧТО ТЫ ВСЕХ
ШАНТАЖИРУЕШЬ!



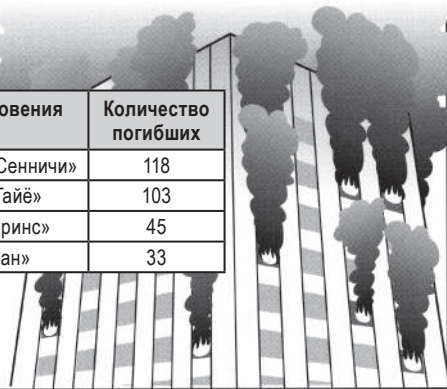
ТОГДА НАЧНЁМ
С ОБОРУДОВАНИЯ ПО
ЗАЩИТЕ ОТ СТИХИЙНЫХ
БЕДСТВИЙ.

ОБОРУДОВАНИЕ ПО ЗАЩИТЕ ОТ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

ЗДЕСЬ ПРИВЕДЕНЫ ПРИМЕРЫ ПОЖАРОВ,
ВОЗНИКАВШИХ В ПРОШЛОМ В РАЗНЫХ
КОММЕРЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ



Год	Префектуры и города	Место возникновения пожара	Количество погибших
1972	Осака	Торговый центр «Сенничи»	118
1973	Кумамото	Торговый центр «Тайё»	103
1980	Токио	Отель «Кавадзи Принс»	45
1982	Токио	Отель «Нью-Джапан»	33



ЭТО ТАК СТРАШНО,
КОГДА ПОЖАР СЛУЧАЕТСЯ
В БОЛЬШОМ ЗДАНИИ!



ЧТОБЫ МИНИМИЗИРОВАТЬ
ВОЗМОЖНЫЙ УЩЕРБ, НЕОБХОДИМО
ВЫПОЛНЯТЬ СЛЕДУЮЩИЕ
ТРИ УСЛОВИЯ:



- 1) ЗАЩИТА ОТ ВОЗНИКНОВЕНИЯ
И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЖАРА;
- 2) ОПЕРАТИВНОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ
ПОЖАРА И ЕГО ЛИКВИДАЦИЯ;
- 3) БЕЗОПАСНАЯ ЭВАКУАЦИЯ ЛЮДЕЙ.

ЭТИ ДЕЙСТВИЯ РЕГУЛИРУЮТСЯ
"ЗАКОНОМ О СТАНДАРТАХ СТРОИТЕЛЬСТВА"
И "ЗАКОНОМ О ПОЖАРНОЙ СЛУЖБЕ".
РАССМОТРИМ ИХ.



① Создание огнестойкой структуры зданий

Огнестойкое здание Основные структуры огнестойкого здания выдерживают воздействие огня при пожаре в течение часа

Частично огнестойкое здание Основные структуры частично огнестойкого здания выдерживают воздействие огня при пожаре в течение 30–40 мин
(в любом случае обычный пожар не вызовет разрушения здания)

② Использование негорючих материалов для строительства и внутренней отделки

Негорючие материалы

Бетон, строительный раствор, черепица, сталь, стекло и т. п.

Частично негорючие материалы

Гипсокартон толщиной более 9 мм, древесноволокнистая плита с цементом и пр.

Трудногорючие материалы

Огнестойкая фанера, огнестойкая древесноволокнистая плита и т. п.



③ Создание противопожарных проёмов

Проёмы, образуемые окнами, карнизами, внешними стенами и т. п., должны быть достаточными, чтобы не допустить распространения пожара, возникшего по соседству

④ Разделение на отсеки и секции с помощью огнестойких дверей и стен

Противопожарный отсек и противопожарная дверь (см. стр. 94)

⑤ Автоматическое закрытие дверей и роллет в случае возникновения пожара

Противопожарные и противоподымные блокировочные устройства (см. стр. 94)

Безопасная эвакуация

Быстрое обнаружение
пожара и его ликвидация

Закон о пожарной
службе

① Раннее обнаружение

Автоматическая пожарная сигнализация (стр. 91) /
Аварийная сигнализация (стр. 95)

② Тушение пожара в начальной стадии

Огнетушитель

Пожарный гидрант

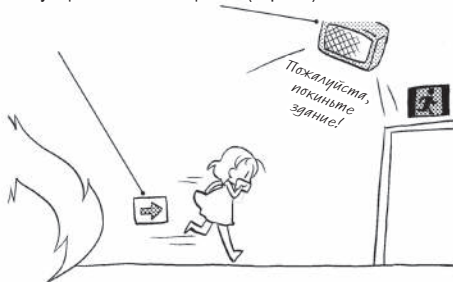
Спринклер



Аварийное освещение (стр. 98)

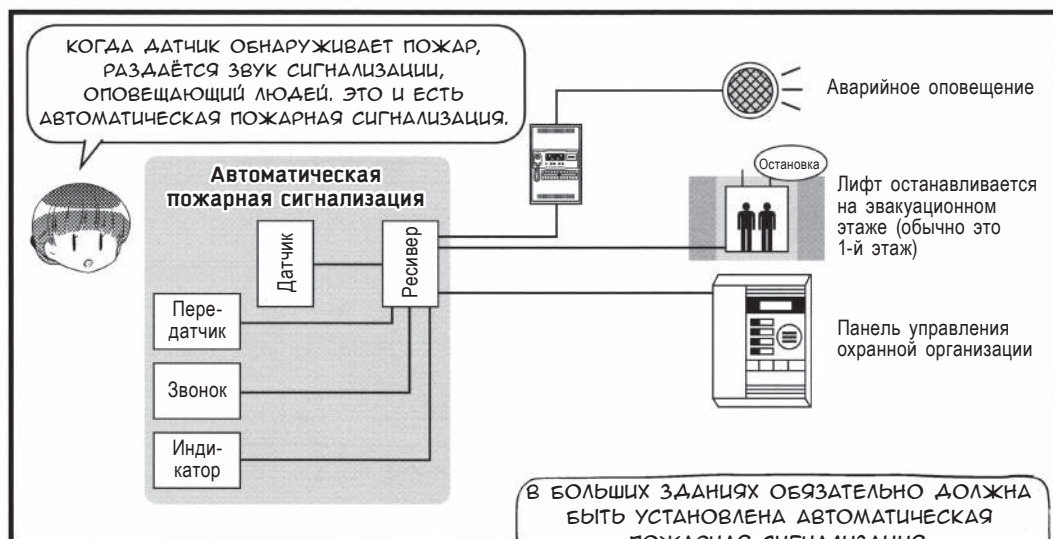


Аварийное оповещение (стр. 96)
Эвакуационное освещение (стр. 97)





3.2 АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПОЖАРНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ



¹ Для отелей, больниц, бань и тому подобных мест вместимостью 20 человек и более (п. 24 Постановления о противопожарной безопасности).

² Помещения, пол которых находится ниже уровня земли и высота от пола до уровня земли составляет 1/3 и более от высоты потолков данного этажа (п. 1 Постановления о строительных нормах).

³ Общая площадь проёмов, используемых для эвакуации или тушения пожара, составляет менее 1/30 от площади пола этажа (п. 10 Постановления о противопожарной безопасности, п. 5 Положения о противопожарной безопасности).



А ГДЕ ЖЕ ТОГДА
ИСПОЛЬЗУЮТ
ТЕПЛОВЫЕ ДАТЧИКИ?

У ДАТЧИКОВ ДЫМА
ЕСТЬ СВОИ
НЕДОСТАТКИ.

ОНИ БОЛЬШЕ ПОДХОДЯТ
ДЛЯ РАННЕГО
ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА,
НО ЗАТО ОНИ ЧАЩЕ,
ЧЕМ ТЕПЛОВЫЕ ДАТЧИКИ,
СРАБАТЫВАЮТ ПО ОШИБКЕ.

Ах, ещё
они
дорогие!

А ещё
они
дорогие!

ОНИ МОГУТ СРАБОТАТЬ
НА ПЫЛЬ, КОНДЕНСАТ
ИЛИ ДЫМ, ВОЗНИКШИЙ
НЕ ИЗ-ЗА ПОЖАРА.
ПОЭТОМУ, НАПРИМЕР,
НА КУХНЯХ, ГДЕ ЧАСТО
БЫВАЕТ ДЫМ,
ИСПОЛЬЗУЮТ
ТЕПЛОВЫЕ ДАТЧИКИ.

ВОТ КАК!

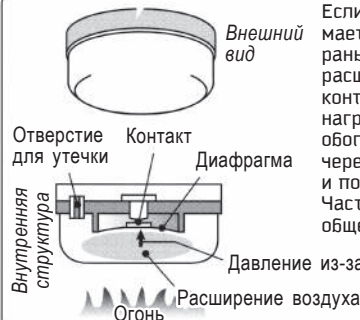
ТЕПЛОВЫЕ ДАТЧИКИ ДЕЛЯТСЯ
НА ПОРОГОВЫЕ (МАКСИМАЛЬНЫЕ)
И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ.

Пороговый датчик



Когда температура достигает определённого значения, биметалл⁴ изгибается и замыкает контакт, вследствие чего датчик срабатывает. Используется в местах с большими перепадами температуры, например в кухнях.

Дифференциальный датчик



Если температура резко поднимается, то воздух внутри мембраны, называемой диафрагмой⁵, расширяется, вследствие чего контакт замыкается [при нагревании помещения, например обогревателем, воздух выходит через отверстие для утечки, и поэтому датчик не срабатывает]. Часто используется в помещениях общего назначения.

И ДАТЧИКИ ДЫМА, И ТЕПЛОВЫЕ
ДАТЧИКИ ПО ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ
ПОДРАЗДЕЛЯЮТСЯ НА ТРИ
КАТЕГОРИИ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
КОНКРЕТНОЙ КАТЕГОРИИ ЗАВИСИТ
ОТ НАЗНАЧЕНИЯ (СМ. СТР. 112).

ЗНАЧИТ,
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ДАТЧИКОВ ЗАВИСИТ
ОТ ИХ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ?

⁴ Комбинация металлических пластин с разными коэффициентами расширения. При повышении температуры биметалл изгибается в сторону, которая имеет более низкий коэффициент расширения. Используется в автоматических выключателях и т. п.

⁵ Мембранообразный объект, меняющийся в ответ на изменение давления (атмосферного давления).



ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ И ПРОТИВОДЫМНЫЕ БЛОКИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА. АВАРИЙНОЕ ОПОВЕЩЕНИЕ

РАССМОТРИМ, НАПРИМЕР, ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ И ПРОТИВОДЫМНЫЕ БЛОКИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА.

ВО ВРЕМЯ ПОЖАРА АВТОМАТИЧЕСКИ ОПУСКАЮТСЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ РОЛЛЕТЫ.



ЭТО ТОЖЕ ПРОИСХОДИТ БЛАГОДАРИ СИГНАЛУ ОТ ДАТЧИКА ДЫМА.



ПОНЯЛА!
ЗДЕСЬ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ
ДАТЧИК С НИЗКОЙ
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ!

ЭТО ЕЩЁ
ПОЧЕМУ?

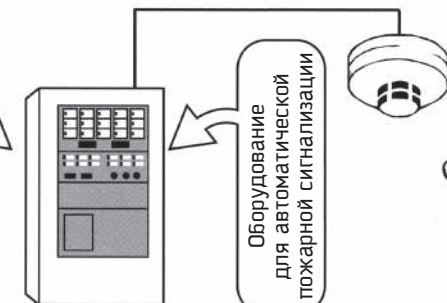
ЕСЛИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ
БУДЕТ ВЫСОКОЙ, ТО ДВЕРИ И РОЛЛЕТЫ
СРАЗУ ЗАКРОЮТСЯ, И НЕ БУДЕТ
ВРЕМЕНИ УБЕЖАТЬ. ПОНЯТНО?

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
БЛОКИРОВКОЙ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОЖАРНОЙ
СИГНАЛИЗАЦИИ МОГУТ БЫТЬ
УСТАНОВЛЕНЫ ОТДЕЛЬНО, НО ИНОГДА
ИХ ЭФФЕКТИВНЕЕ
ИСПОЛЬЗОВАТЬ ВМЕСТЕ
В ОБЩЕМ КОМПОЗИТНОМ
ЩИТЕ.



С ВИДУ ОБЫЧНЫЙ
ДАТЧИК

Щит управления
блокировкой



Композитный щит

ДАТЧИК ТОЖЕ МОЖЕТ
ИСПОЛЬЗОВАТЬСЯ ДЛЯ РАЗНЫХ ЦЕЛЕЙ
И ИЗДАВАТЬ 2 ИЛИ 3 ТИПА СИГНАЛОВ.
ЗДЕСЬ ПОКАЗАН ДАТЧИК С ДВУМЯ
СИГНАЛАМИ.

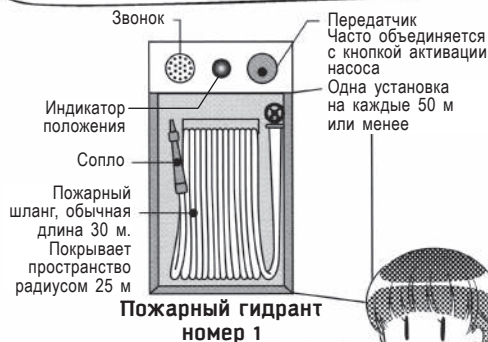
ВЕРНЁМСЯ К РАЗГОВОРУ ОБ
АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОЖАРНОЙ
СИГНАЛИЗАЦИИ. ИТАК, У НАС ЕСТЬ
ПЕРЕДАТЧИК, ИНДИКАТОР И ЗВОНОК.

ПЕРЕДАТЧИК ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ
КНОПКУ, КОТОРУЮ НАЖИМАЕТ
ЧЕЛОВЕК, ЧТОБЫ АКТИВИРОВАТЬ
СИГНАЛИЗАЦИЮ.



А РАЗВЕ ЭТО
НЕ АВАРИЙНОЕ
ОПОВЕЩЕНИЕ?

ЭТО ЗАВИСИТ ОТ ТОГО,
ЕСТЬ СОЕДИНЕНИЕ С РЕСИВЕРОМ
СИГНАЛИЗАЦИИ ИЛИ НЕТ.



КОГДА НУЖЕН ВНУТРЕННИЙ
ПОЖАРНЫЙ ГИДРАНТ, ТО ЕГО ЧАСТО
УСТАНАВЛИВАЮТ ВМЕСТЕ С ПЕРЕДАТЧИКОМ,
ИНДИКАТОРОМ И ЗВОНКОМ.

РЕСИВЕР КОНТРОЛИРУЕТ
ВСЕ ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ
ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ.

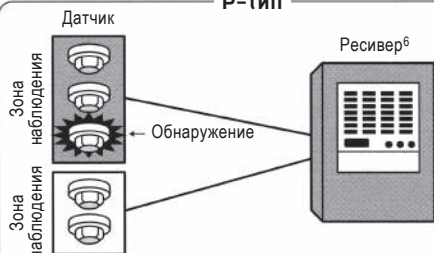


Центр
управления

ОБЫЧНО ЕГО РАЗМЕЩАЮТ
В КОМНАТЕ УПРАВЛЕНИЯ, ЦЕНТРЕ
БЕЗОПАСНОСТИ ИЛИ В ОФИСЕ,
ГДЕ ВСЕГДА НАХОДЯТСЯ ЛЮДИ.

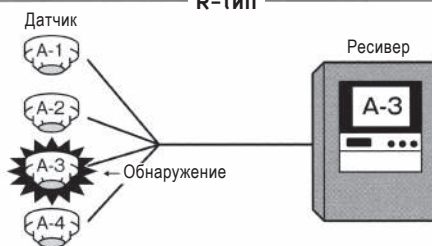
РЕСИВЕРЫ БЫВАЮТ
Р- И R-ТИПА.

Р-тип



Обнаруживает возгорание отдельно
на участках площадью по 600 м²
(зоны наблюдения).

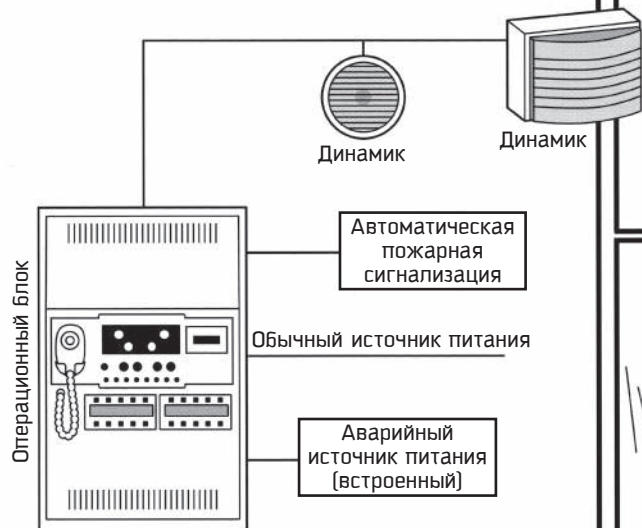
R-тип



Имея адрес каждого датчика, можно точно
определить, где обнаружен пожар.
Подходит для больших зданий.

⁶ Ресивер 3-й категории Р-типа имеет только одну линию, 2-й категории – до 5 линий, а 1-й категории – 6 и более линий.

В ЗАДАНИЯХ ВРОДЕ ОТЕЛЕЙ, ГДЕ НЕОПРЕДЕЛЁННОЕ КОЛИЧЕСТВО ЧЕЛОВЕК ПОСТОЯННО ВХОДИТ И ВЫХОДИТ, НАРЯДУ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИЕЙ УСТАНОВЛИВАЮТ И АВАРИЙНОЕ ОПОВЕЩЕНИЕ.



ЕСЛИ АВАРИЙНОЕ ОПОВЕЩЕНИЕ ОБЪЕДИНЯЕТСЯ С ОФИСНОЙ СИСТЕМОЙ, ТРАНСЛИРУЮЩЕЙ ФОНОВУЮ МУЗЫКУ И ПЕРЕДАЮЩЕЙ ОБЪЯВЛЕНИЯ, ТО ТАКАЯ СИСТЕМА НАЗЫВАЕТСЯ ОБОРУДОВАНИЕМ ДЛЯ ОБЫЧНОГО ВЕЩАНИЯ И АВАРИЙНОГО ОПОВЕЩЕНИЯ.

АВАРИЙНОЕ ОПОВЕЩЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ ГОЛОСАМИ УМЕНЬШАЕТ ПАНИКУ И ОБЕСПЕЧИВАЕТ ПЛАВНУЮ ЭВАКУАЦИЮ.

В настоящий момент производится проверка...

Пожарная сигнализация сработала в результате...



НЕСКОЛЬКО ТИПОВЫХ ОПОВЕЩЕНИЙ ЗАПИСЫВАЮТСЯ ЗАРАНЕЕ НА ROM⁷ (ПЗУ) И ПРОИГРЫВАЮТСЯ АВТОМАТИЧЕСКИ.

НО ЕСЛИ ВО ВРЕМЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ ИЛИ ПОЖАРА ПРОПАДАЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО, ТО ТАКИЕ УСТРОЙСТВА БУДЕТ НЕВОЗМОЖНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ, НЕ ТАК ЛИ?



ПОЭТОМУ НА СЛУЧАЙ ОТКЛЮЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ К ГРОМКОГОВОРИТЕЛЮ ПОДКЛЮЧАЕТСЯ АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ, А ДЛЯ РАЗВОДКИ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ТЕРМОСТОЙКИЕ ПРОВОДА.

НАДО ЖЕ, КАК ВСЁ ПРЕДУСМОТРЕНО.



⁷ Read Only Memory (постоянное запоминающее устройство).

3.4 ЭВАКУАЦИОННОЕ И АВАРИЙНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

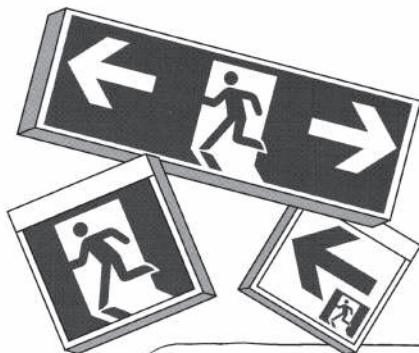
КОГДА АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПОЖАРНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ ПРОВОДИТ АВАРИЙНОЕ ОПОВЕЩЕНИЕ О ПОЖАРЕ И О НЕОБХОДИМОСТИ ЭВАКУАЦИИ...

...ТО ОЧЕНЬ ПРИГОДИТСЯ ЭВАКУАЦИОННОЕ И АВАРИЙНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ.

О стандартах установки эвакуационного и аварийного освещения

Закон о строительных нормах	Закон о противопожарной безопасности
Аварийное освещение	Освещение эвакуационных выходов Световые указатели направления Эвакуационное освещение каждого места
Поддерживание освещения не менее 30 мин посредством встроенных аккумуляторных батарей или внешнего источника питания	Поддерживание освещения не менее 20 минут посредством встроенных аккумуляторных батарей. * Для зданий площадью более 50 000 м ² освещение должно поддерживаться не менее 60 минут

ВОТ ТАК ВЫГЛЯДЯТ УКАЗАТЕЛИ ЭВАКУАЦИОННЫХ ВЫХОДОВ. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗМЕРА ОНИ ДЕЛЯТСЯ НА КАТЕГОРИИ А, В И С.



СТАНДАРТЫ ОПРЕДЕЛЯЮТ УСТАНОВКУ И ТИП УКАЗАТЕЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЗНАЧЕНИЯ ЗАДАНИЯ И ЕГО ПЛОЩАДИ (СМ. СТР. 113).

ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ФАКТИЧЕСКОЕ НАЛИЧИЕ ЭВАКУАЦИОННОГО ОСВЕЩЕНИЯ НЕОБХОДИМО ТЩАТЕЛЬНО СВЕРИТЬ С ПЛАНОМ ЗАДАНИЯ.



ПРОВЕРЯЕТ
ПОЖАРНАЯ
СЛУЖБА

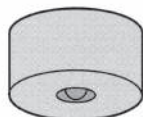
КАК ВСЁ СТРОГО!

В МЕСТАХ, ГДЕ НЕТ НЕОБХОДИМОСТИ УСТАНАВЛИВАТЬ ЭВАКУАЦИОННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ, ИНОГДА ТРЕБУЕТСЯ НАЛИЧИЕ ЭВАКУАЦИОННЫХ ЗНАКОВ.

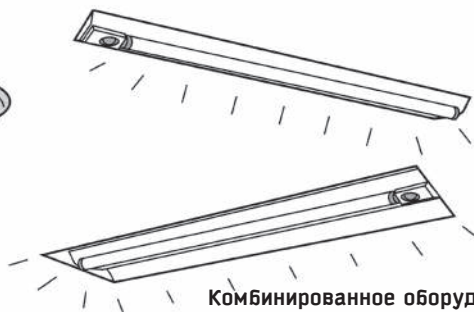


ЭТОТ, НАПРИМЕР, В ВИДЕ СТИКЕРА

НАКЛЕЙКА!



Аварийное оборудование
используется только в случае аварии



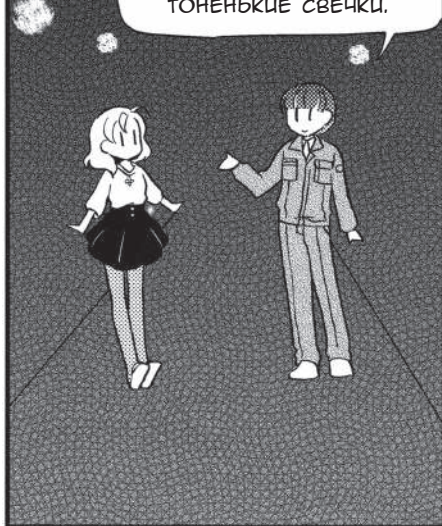
Комбинированное оборудование
в обычное время используется
в качестве стандартного освещения

АВАРИЙНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ -
ЭТО МИНИМАЛЬНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ,
КОТОРОЕ ВКЛЮЧАЕТСЯ
АВТОМАТИЧЕСКИ ПРИ ОТКЛЮЧЕНИИ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

УСТАНОВКА АВАРИЙНОГО ОСВЕЩЕНИЯ
ОБЯЗАТЕЛЬНА В СТРОЕНИЯХ, ГДЕ БЫВАЮТ
ЛЮДИ, В ЖИЛЫХ КОМНАТАХ БОЛЬШЕ
ОПРЕДЕЛЁННОГО РАЗМЕРА, В ЖИЛЫХ
КОМНАТАХ БЕЗ ОКОН, ВОДОЙ ЭВАКУАЦИОННЫХ
МАРШРУТОВ И Т. Д.

НЕОБХОДИМАЯ ЯРКОСТЬ
АВАРИЙНОГО ОСВЕЩЕНИЯ
ДОЛЖНА БЫТЬ ТАКОЙ,
ЧТОБЫ ОСВЕЩЁННОСТЬ
ПОВЕРХНОСТИ ПОЛА

СОСТАВЛЯЛА
НЕ МЕНЕЕ 1 ЛК.
ЭТО КАК ЕСЛИ БЫ ТУТ
И ТАМ МЫ ПОСТАВИЛИ
ТОНЕНЬКИЕ СВЕЧКИ.



ОДНАКО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП
ТРЕБУЕТСЯ 2 ЛК, ПОТОМУ ЧТО
ПРИ СЛИШКОМ ВЫСОКИХ
И СЛИШКОМ НИЗКИХ
ТЕМПЕРАТУРАХ ИХ СВЕТ
СТАНОВИТСЯ СЛАБЕЕ.



НА ЛЕСТНИЦАХ
УСТАНАВЛИВАЮТСЯ СПЕЦИАЛЬНЫЕ
ЭВАКУАЦИОННЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ
ДЛЯ ЛЕСТНИЧНЫХ ПРОХОДОВ,
КОТОРЫЕ ДОЛЖНЫ
УДОВЛЕТВОРЯТЬ КАК СВОЙСТВАМ
ЭВАКУАЦИОННОГО,
ТАК И СВОЙСТВАМ
АВАРИЙНОГО
ОСВЕЩЕНИЯ.





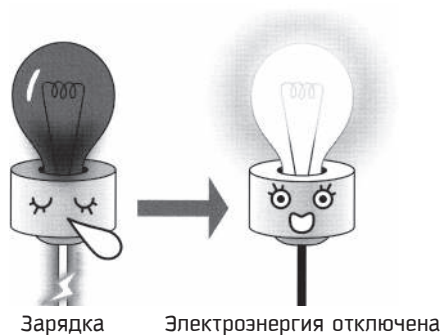
Аварийное освещение иногда снабжается встроенным аккумулятором (батареей), это называется встроенным источником электроэнергии. Иногда источник электроэнергии для чрезвычайных ситуаций (аккумулятор) находится отдельно от осветительного оборудования. Он так и называется – отдельный источник электроэнергии.



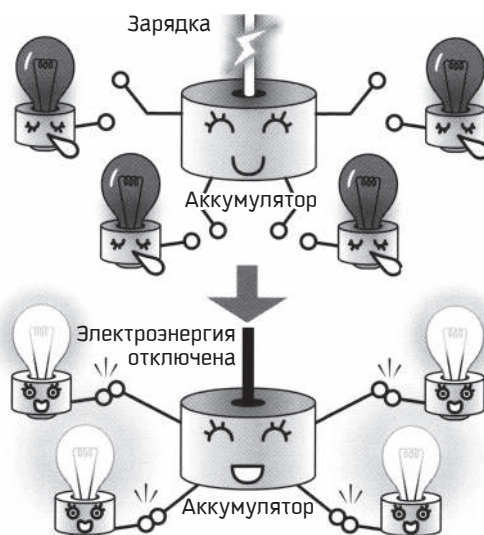
То есть источник электроэнергии находится внутри или снаружи, да? А как это всё работает при отключении электричества?



В случае встроенного источника электроэнергии он постоянно подсоединён и в обычном режиме всё время заряжается. Когда же происходит отключение электроэнергии, аккумулятор автоматически начинает отдавать электричество, и свет загорается.



В отдельном источнике электроэнергии при отключении электроэнергии замыкается электромагнитный контактор аккумулятора, и аккумулятор, который в обычном режиме находился на зарядке, начинает отдавать ток оборудованию аварийного освещения.





Понятно. В таком случае отключение электроэнергии не страшно.



Но нужно не забывать в определённое время проверять и по необходимости менять аккумулятор как во встроенном, так и в отдельном источнике энергии.



Если этого не делать, то при отключении электроэнергии аварийное освещение не включится, да?



Кроме того, и само оборудование для аварийного освещения имеет срок годности. У LED-светильников срок годности большой, поэтому менять их нужно реже. Но они были одобрены законодательством только в 2014 году, поэтому их использование только сейчас набирает обороты. Хочу отметить, что ваш отель хорошо оборудован для защиты от стихийных бедствий!



Я так рада! Кстати, Хасегава-сан, приезжайте, пожалуйста, в наш отель как-нибудь с ночёвкой!



Ой, спасибо!

МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ В ОБРАЩЕНИИ С ОБОРУДОВАНИЕМ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

В ЦЕЛОМ Я ЗАКОНЧИЛА РАССКАЗ ПРО ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ. НАПОСЛЕДОК ХОТЕЛА БЫ ПОГОВОРИТЬ О ВОЗМОЖНЫХ ПРОБЛЕМАХ.



ПРОБЛЕМОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ЯВЛЯЕТСЯ ЕЁ ОШИБОЧНОЕ СРАБАТЫВАНИЕ.

НО ВЕДЬ В СЛУЧАЕ ОШИБОЧНОГО СРАБАТЫВАНИЯ ПО СИСТЕМЕ АВАРИЙНОГО ОПОВЕЩЕНИЯ МОЖНО СРАЗУ ОБ ЭТОМ СООБЩИТЬ, РАЗВЕ НЕ ТАК?



НО БЫВАЕТ ТАКОЕ, ЧТО УСТАВШЕЕ ОТ ЛОЖНЫХ СРАБАТЫВАНИЙ СИГНАЛИЗАЦИИ СОТРУДНИКИ ОТКЛЮЧАЮТ ЗВОНОК И ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ РЕАЛЬНОГО ПОЖАРА НЕ МОГУТ ВОВРЕМЯ ЕГО ОБНАРУЖИТЬ, ЧТО ПРИВОДИТ К БОЛЬШИМ ПОТЕРЯМ.

НИЧЕГО СЕБЕ...



ЕСЛИ И В САМОМ ДЕЛЕ НИЧЕГО СТРАШНОГО НЕ ПРОИЗОШЛО, ТО НА ЭТОМ ВСЁ И ЗАКОНЧИТСЯ...

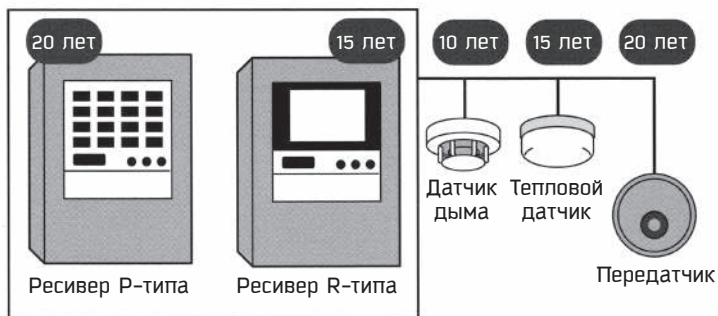
ИЛИ, НАПРИМЕР, ИНОГДА ОКОЛО ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ДВЕРЕЙ СКЛАДЫВАЮТ КАКИЕ-ТО ПРЕДМЕТЫ, ЧТО СПОСОБСТВУЕТ БЫСТРОМУ РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЖАРА.



ЭТО ЖЕ СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ...



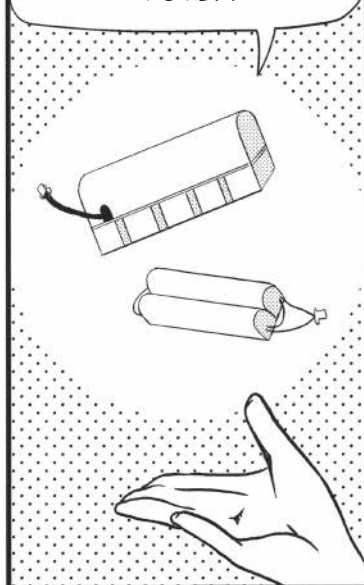
АА, ЧУТЬ НЕ ЗАБЫЛА
СКАЗАТЬ, ЧТО И САМО
ОБОРУДОВАНИЕ ИМЕЕТ
СРОК ГОДНОСТИ*.



Желательно регулярно проводить профилактику и обновлять оборудование, и не тогда, когда уже обнаружилось неполадки [см. стр. 170].

* Разные в разных странах и для разных производителей.

СРОК ГОДНОСТИ
ВСТРОЕННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ
СОСТАВЛЯЕТ ПРИМЕРНО
4-5 ЛЕТ⁸.



ЭТО ВАЖНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ СПАСЕНИЯ ЖИЗНЕЙ, ПОЭТОМУ ЕГО
ОБЯЗАТЕЛЬНО НУЖНО ОБСЛУЖИВАТЬ
И ПРОВЕРЯТЬ, ЧТОБЫ В СЛУЧАЕ
ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ
ОНО РАБОТАЛО ДОЛЖНЫМ ОБРАЗОМ.



⁸ При приближении к окончанию срока годности на выходе аккумуляторных батарей после полной разрядки может сильно упасть напряжение, поэтому их нужно на всякий случай проверять.

3.6 ГРОМООТВОД

А ТЕПЕРЬ ПОГОВОРИМ
О ГРОМООТВОДАХ!

ДЛЯ ПРОСТОТЫ
ПРЕДСТАВИМ МОЛНИЮ КАК
ПОТОК ВОДЫ (СМ. СТР. 118).

ДЁРГ

ПЛЮХ!

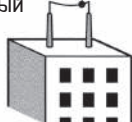
Молниеприёмник –
место, куда
непосредственно
приходится удар
молнии

Стержневой Молниеприёмник



Тросовый

Провод



Сетчатый

Провод



Отводящий провод

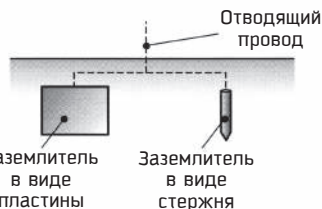
Молния, попавшая
в молниеприёмник,
отводится к заземлителю.
Для этого используется
либо специальный провод,
либо арматура или
стальной каркас здания.

Заземлитель

Ток молнии
по отводящему проводу
уходит через
заземлитель в землю.

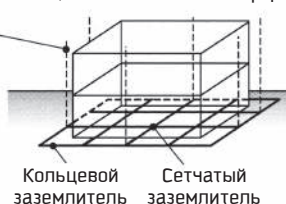
Заземлитель типа А

Закапывается заземлитель
в виде пластины или стержня

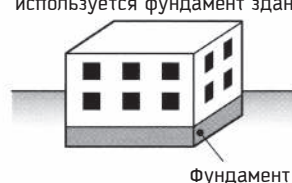


Заземлитель типа В

Закапываются заземляющий провод
или стальные конструкции
кольцевой либо сетчатой формы



Заземлитель через конструкцию
В качестве заземлителя
используется фундамент здания







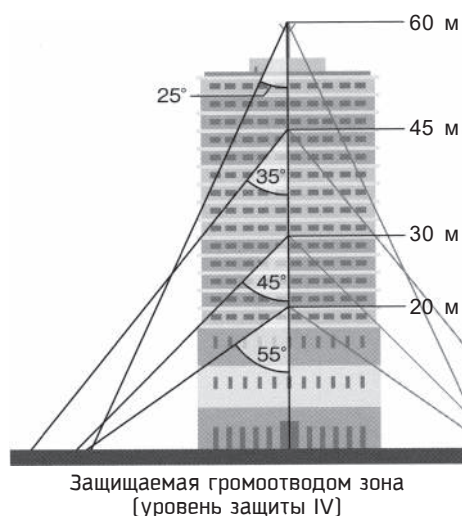
Начнём с метода защитного угла. Зона защиты определяется углом (в градусах) от громоотвода, установленного в верхней части здания.



Это, похоже, сложно...



Посмотрите на этот рисунок.



Почему этот угол отличается в зависимости от высоты? Чем шире угол, тем больше защищаемая зона, ведь верно?



Да, может сложиться такое впечатление. Однако, так как возможности громоотвода ограничены, нельзя сказать, что внутри защищённого угла полностью безопасно. Чем шире зона, тем ниже уровень безопасности. Поэтому для высоких зданий защитный угол сужают, ограничивая зону действия громоотводов.

Уровень защиты и величина защитного угла (метод защитного угла)

Уровень защиты	Высота и защитный угол				
	20 м	30 м	45 м	60 м	Свыше 60 м
I	25°	×	×	×	×
II	35°	25°	×	×	×
III	45°	35°	25°	×	×
IV	55°	45°	35°	25°	×

× Применяют метод катящейся сферы или метод защитной сетки (зона защиты определяется областью, покрытой проводами в виде сетки).



Вот оно что! Но на рисунке показана высота до 60 м. А как быть с более высокими зданиями?



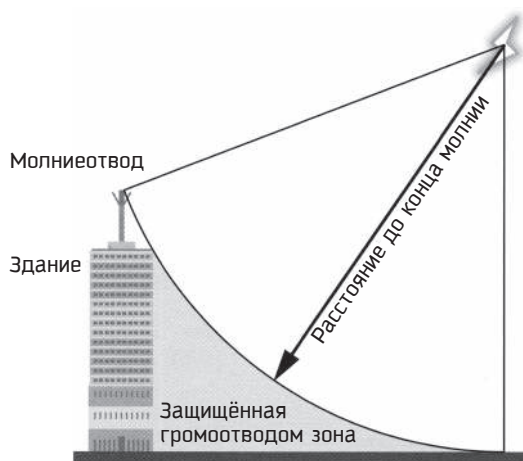
Если высота более 60 м, то возможен удар молнии сбоку, поэтому защитный угол нельзя определить. В этом случае делают чертёж и, исходя из высоты здания, определяют места установки молниеприёмников.



Понятно!



А теперь рассмотрим метод катящейся сферы. Конец молнии берётся за центр, зона действия (расстояние до конца молнии) за радиус, и рисуется круг. Область вне этого круга считается защищённой громоотводом.



Если нарисовать окружность так, чтобы всё здание было обведено, то можно определить место установки громоотвода, верно?



Правильно. При создании компьютерной симуляции используется вращающаяся сфера. Радиус сферы в зависимости от уровня защиты составляет от 20 до 60 м. Сейчас метод катящейся сферы используется чаще, чем метод защитного угла.

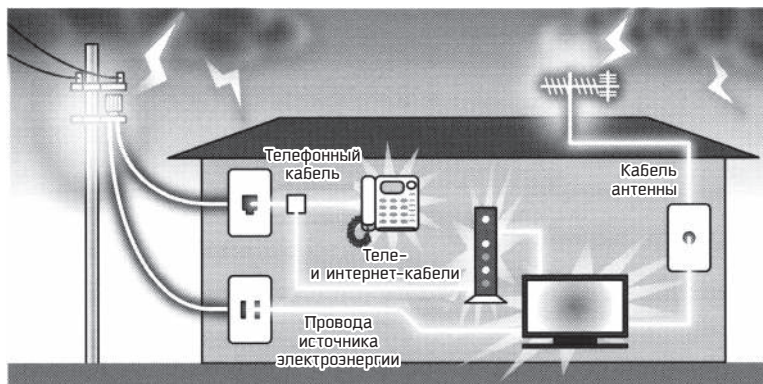
Уровень защиты и величина радиуса (метод катящейся сферы)

Уровень защиты	Радиус
I	20 м
II	30 м
III	45 м
IV	60 м





Причинами избыточного напряжения являются как прямые удары молнии, когда молния попадает непосредственно в молниеприёмник или антенну, так и индуцированные от ударов молнии в другие здания или деревья. На рисунке ниже представлены также и иные хорошо известные маршруты избыточного напряжения.



Это может стать причиной поломки компьютера.



Что?! Это ужасно! А что же делать?



Можно присоединить громоотвод к линии электропередачи или к кабелям связи. Если же громоотвода нет, то во время грозы нужно выключить питание и отсоединить все подключенные кабели.



Как сложно...



Конечно, отсоединить все провода сразу непросто. Но можно на регулярной основе соблюдать другие меры предосторожности, например использовать специальные средства для защиты от молний для компьютеров, делать резервные копии данных на случай поломки и т. д.





С ХАРОМ

Я ВАС ПОДДЕРЖИВАЮ!

РАЗ ВЫ ПРИНЯЛИ
ТАКОЕ РЕШЕНИЕ,

ТО, ДУМАЮ, ВЫ
СОВЕРШЕННО ПРАВЫ!

ПОЖАЛУЙСТА,
ЗВОНИТЕ МНЕ, КАК
ТОЛЬКО ПОЧУВСТВУЕТЕ
НЕУВЕРЕННОСТЬ!

.....

СПАСИБО.

ЭТИХ

АГА

И ВЫ ЗВОНИТЕ БЕЗ СТЕСНЕНИЯ,
КАК ТОЛЬКО ВОЗНИКНУТ ЛЮБЫЕ
ВОПРОСЫ КО МНЕ, ХОРОШО?

ДО СВИДАНИЯ!

ХЛОП!

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

1 Автоматическая противопожарная сигнализация

1.1. Зона чувствительности датчиков

В таблице ниже представлены данные по зонам эффективного восприятия датчиками автоматической пожарной сигнализации в зависимости от их типа и от высоты их расположения (высоты потолков). Зона чувствительности датчиков также зависит от того, насколько огнестойкой является сама конструкция здания (п. 23 Постановления к закону о пожарной безопасности).

Таблица 3.1. Зона чувствительности основных типов датчиков и высота их расположения

Высота расположения		Высота расположения датчиков и зона их чувствительности (м²)						
		Менее 4 м		4–8 м		8–15 м		15–20 м
Тип датчика		Огнестойкая конструкция	Другое	Огнестойкая конструкция	Другое	Огнестойкая конструкция	Другое	
Точечный дифференциальный датчик	1-я категория	90	50	45	30	–	–	
	2-я категория	70	40	35	25	–	–	–
Двухкомпонентный дифференциальный датчик	1-я категория	65	40	65	40	50	30	–
	2-я категория	36	23	36	23	–	–	–
Точечный максимальный датчик	Специальный	70	40	35	25	–	–	–
	1-я категория	60	30	30	15	–	–	–
	2-я категория	20	15	–	–	–	–	–
Точечный фотоэлектрический датчик	1-я категория	150	150	75	75	75	75	75
	2-я категория	150	150	75	75	75	75	–
	3-я категория	50	50	–	–	–	–	–

1.2. Стандарты установки датчиков

Датчики точечные дифференциального типа, точечные максимальные, точечные фотоэлектрические и т. п. должны устанавливаться на расстоянии не менее 1,5 м от отверстий, откуда выходит воздух, например от вентиляционных отверстий и от кондиционеров. Кроме того, фотоэлектрические точечные датчики следует устанавливать на расстоянии не менее 60 см от стен и балок, а если на потолке или около него есть вентиляционное отверстие (воздухозаборное отверстие), то датчик следует установить рядом с ним.

1.3. Стандарты установки ресиверов

Операционный блок ресивера должен быть установлен на высоте не менее 0,8 м от пола (для ресивера, предназначенного для использования сидя, эта высота должна быть не ниже 0,6 м) и не выше 1,5 м.

1.3. Стандарты установки передатчиков

Передатчик должен быть установлен на высоте не менее 0,8 м и не более 1,5 м от пола. Кроме того, на каждом этаже здания расстояние между передатчиками не должно превышать 50 м.

2 Эвакуационное освещение

2.1. Типы эвакуационного освещения и его размеры

Эвакуационное освещение подразделяется на следующие три типа в зависимости от места и целей его установки.

Таблица 3.2. Типы эвакуационного освещения

Тип	Форма	Обзор
Освещение эвакуационных выходов		Указывают на эвакуационные двери и выходы
Световые указатели направления		Показывают направление к эвакуационным выходам в коридорах и больших помещениях
Эвакуационное освещение каждого места		Устанавливаются у каждого зрительского места в театрах и кинотеатрах и во время чрезвычайных ситуаций подсвечивают пол

Размер и яркость эвакуационного освещения представлены в таблице ниже.

Таблица 3.3. Размеры и яркость эвакуационного освещения

Классификация	Размер поверхности по вертикали	Средняя яркость указателей (кд/м ²) Верхнее значение: аварийный источник электроэнергии Нижнее значение: обычный источник электроэнергии	
		Освещение эвакуационных выходов	Световые указатели направления
Категория А	Не менее 40 см	350–800 100–300	400–1000 150–400
Категория В (форма ВН)	20–40 см	500–800 100–300	500–1000 100–400
Категория В (форма ВL)	20–40 см	250–450 100–300	350–600 150–400
Категория С	10–20 см	150–300 100–300	300–800 150–400

2.2. Стандарты установки эвакуационного освещения

Стандарты установки эвакуационного освещения, определённые на основе закона о пожарной безопасности, постановлений к закону, а также на основе уведомлений департамента по борьбе с пожарами и стихийными бедствиями, представлены в табл. 3.4.

Таблица 3.4. Стандарты установки

- Категория А или категория В форма ВН или категория В форма ВL с функцией мигания
- Категория А или категория В форма ВН

Везде: устанавливается на любом этаже здания.

▲ Цокольный этаж: устанавливается только на цокольном этаже здания.

11-й этаж и выше: устанавливается только на 11-м этаже и выше.

Этаж без окон: один из нижних этажей здания, на котором нет выходов для эвакуации и тушения пожара.

Классификация	Объект защиты		Освещение эвакуационных выходов		
			Место установки	Площадь поверхности пола этажа	
				не менее 1000 м ²	менее 1000 м ²
(1)	а	Театры, кинотеатры, зрительные залы и др.	Везде		Эвакуационные выходы категории С и выше, категории В со стрелками и выше
	б	Актзовые залы, конференц-залы			
(2)	а	Кафе, ночные клубы, кабаре и т. п. заведения			
	б	Развлекательные комплексы, танцевальные залы			
	в	Развлекательные заведения (за некоторым исключением)			
	г	Караоке и т. п. заведения			
(3)	а	Залы ожидания, рестораны и т. п. заведения			
	б	Заведения общественного питания			
(4)		Универмаги, рынки, магазины или выставочные залы для продажи товаров			
(5)	а	Рёканы, отели, гостевые дома и т. п. заведения			
	б	Общежития, пансионаты и квартиры			
(6)	а	Больницы, поликлиники и родильные дома	Везде		
	б	Дома престарелых, пункты временного пребывания пожилых людей и т. д.			
	в	Дневные стационары для пожилых людей, детские сады и т. д.			
	г	Детские сады и спецшколы			
(7)		Начальные, средние и старшие школы, университеты и т. п. заведения	▲		
(8)		Библиотеки, музеи, выставочные центры и т. п. заведения			
(9)	а	Общественные бани, купальни, парные и т. п. заведения	Везде		
	б	Общественные бани, кроме перечисленных выше			

эвакуационного освещения

- Категория С и выше (без стрелок) или категория В и выше
- Категория С и выше

* (П. 16а) Среди объектов многофункциональной противопожарной безопасности, предназначенных для учреждений, указанных в п. 5а или п. 6, можно использовать эвакуационные выходы и аварийное освещение проходов категории С и выше.

Световые указатели направления (СУН) в комнатах			СУН в коридорах			СУН на лестницах	Эвакуационное освещение каждого места
Место установки	Площадь поверхности пола этажа		Место установки	Площадь поверхности пола этажа		Место установки	Место установки
	не менее 1000 м ²	менее 1000 м ²		не менее 1000 м ²	менее 1000 м ²		
Везде		Проходы категории С и выше	Везде	Проходы категории С и выше		Везде	Везде
▲			▲			▲	—
Везде			Везде			Везде	
▲			▲			▲	
Везде			Везде			Везде	

Окончание табл. 3.4 ⇒

Таблица 3.4

Классификация	Объект защиты	Освещение эвакуационных выходов		
		Место установки	Площадь поверхности пола этажа	
			не менее 1000 м ²	менее 1000 м ²
(10)	Остановки транспортных средств, места посадки самолётов и прибытия кораблей (только для ожидающих, осуществляющих посадку или высадку пассажиров)	▲	Эвакуационные выходы категории С и выше, категории В со стрелками и выше	
(11)	Синтоистские святилища, буддийские храмы, церкви и т. п. заведения			
(12)	а Заводы и мастерские			
	б Телевизионные и киностудии			
(13)	а Гаражи и автостоянки			
	б Ангараы для самолетов и вертолетов			
(14)	Склады			
(15)	Офисы, не попадающие под предыдущие пункты			
(16)	а Многофункциональные противопожарные объекты, включающие в себя пункты 1–4, 5а, 6 или 9а	Везде		
	б Многофункциональные противопожарные объекты, кроме указанных в пункте а	▲		
(16.2)	Подземные торговые центры	Везде		
(16.3)	Подземная часть зданий (исключая указанное в пункте 16.2), обращённая к подземным переходам, и сами подземные переходы (включая пункты 1–4, 5а, 6 или 9а)			

(Создано на основании статьи 26 Постановления о применении Закона о противопожарной безопасности)

(окончание)

Световые указатели направления (СУН) в комнатах			СУН в коридорах			СУН на лестницах	Эвакуационное освещение каждого места
Место установки	Площадь поверхности пола этажа		Место установки	Площадь поверхности пола этажа		Место установки	Место установки
	не менее 1000 м ²	менее 1000 м ²		не менее 1000 м ²	менее 1000 м ²		
▲	Эвакуационные выходы категории С и выше		▲	Проходы категории С и выше		▲	—
Везде			Везде			Везде	※
▲			▲			▲	—
Везде			Везде			Везде	※

※ Используется в отношении пункта 1.

3 Громоотвод

3.1. Что такое молния

Молния – это электрический разряд в атмосфере. Воздух является изолятором, не проводящим электричество. Находящиеся в облаке частицы льда трутся друг об друга, образуя статическое электричество, часть которого – это положительно заряженные частицы, а другая – отрицательно заряженные. Положительно и отрицательно заряженные частицы притягиваются друг к другу, и когда сила притяжения становится большой, то она разрушает изоляционные свойства воздуха, положительный и отрицательный заряды соединяются и нейтрализуются. Так и возникает электрический разряд.

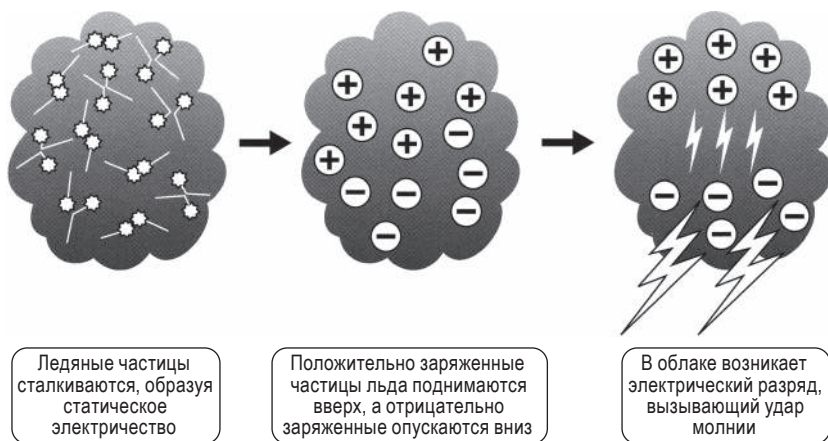


Рис. 3.1. Возникновение молнии

Рассмотрим это явление на примере воды. Наполним резиновый шар водой и подвесим его где-нибудь повыше. Представим себе, что наполненный водой шар – это наполненное электрическим зарядом облако. Если этот шар проткнуть иглой, то он сразу разорвётся и вся вода мгновенно хлынет на землю. Это похоже на удар молнии.

Если под разорвавшимся шаром будет находиться человек, то от большого количества воды он сразу насквозь промокнет. Аналогично, если в человека попадёт молния, то через его тело пройдёт большое количество электричества, и он получит удар током. Если молния попадёт в здание, то из-за большого количества электричества может испортиться различное оборудование, оно может даже загореться.

3.2. Оборудование для защиты от молний

Оборудование для защиты от молний можно сравнить с зонтом, используемым для защиты от воды под разорванным резиновым шаром.

Такой зонт должен быть достаточного размера и прочности. Если зонт будет слишком маленьким, то он не сможет полностью защитить от воды. Если в зонте будет дырка, то вода протечет через неё, и если зонт будет недостаточно прочным, то под воздействием большого количества воды дырка увеличится, и зонт сломается. Аналогично и оборудование для защиты от молний должно быть достаточного размера и мощности. Стандарты размеров и мощности такого оборудования определены в JIS (JIS A 4201).

Громоотвод состоит из молниеприёмника, непосредственно принимающего на себя удар молнии, отводящего провода, передающего электричество в землю, и заземлителя, получающего электричество от отводящего провода и сбрасывающего его в землю (см. стр. 103).

По Закону о строительных стандартах громоотводы обязательно должны устанавливаться на зданиях и сооружениях выше 20 м. Кроме того, по Закону о противопожарной безопасности громоотводы должны устанавливаться на всех предприятиях, работающих с определённым количеством опасных веществ.

3.3. Внутренняя защита от удара молний

Громоотводы эффективно защищают от удара молнией здания и людей. Однако они не являются достаточной защитой. Даже если молния не попадает в здание непосредственно, она может испортить электрическое оборудование, так как в результате прямого или индуцированного попадания молнии происходит кратковременное сильное повышение напряжения в сети.

Защита зданий и людей от прямого попадания молнии посредством громоотводов называется внешней защитой от удара молний, а защита электрооборудования от воздействия молнии называется внутренней защитой.

К внутренней защите от удара молний относятся так называемая эквипотенциальная система (эквипотенциальное соединение), направленная на защиту от перенапряжения посредством предотвращения возникновения разности потенциалов между металлической частью здания и оборудованием, а также оборудование для защиты от импульсного перенапряжения (протекторы, разрядники и SPD: Surge Protection Device), сбрасывающее перенапряжение из проводки в землю.

3.4. Эквипотенциальная система (эквипотенциальное соединение)

В эквипотенциальной системе все заземлители и металлические части здания соединяются друг с другом посредством эквипотенциальных шин так, чтобы не возникало разницы потенциалов между заземляющими электродами и металлическими частями.

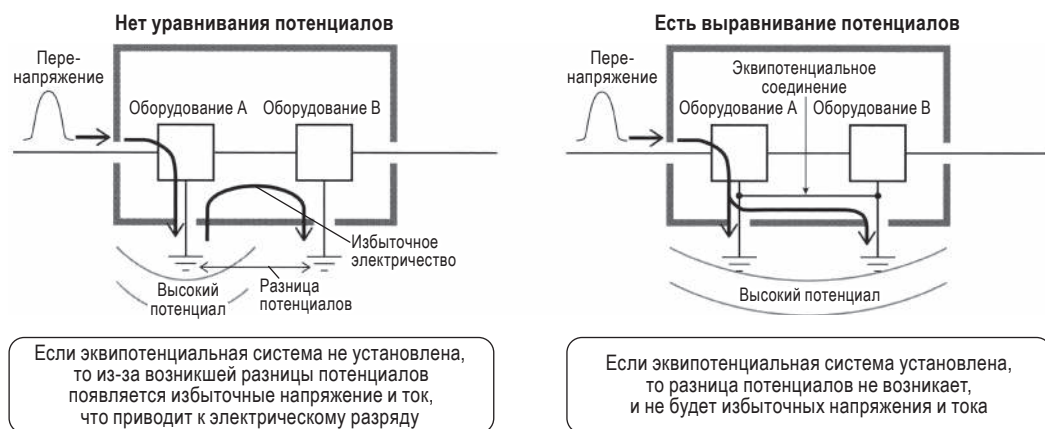


Рис. 3.2. Эквипотенциальное соединение

Возникающие вследствие попадания молнии избыточное напряжение и избыточный ток через заземляющие электроды сбрасываются в землю. Если эквипотенциальная система не

установлена, то при возникновении избыточного напряжения возникает разница потенциалов между заземляющим проводом с заземляющими электродами и металлической конструкцией здания, что приводит к электрическому разряду, разрушению изоляции и порче или возгоранию оборудования.

3.5. Молниезащитное оборудование (протекторы, разрядники, SPD)

Это оборудование сбрасывает в землю избыточный ток, проникший в проводку из-за удара молнии. Заземление осуществляется посредством молниеотвода. В нормальных условиях молниеотвод не пропускает ток, но при возникновении перенапряжения изоляция ослабевает, и ток может течь.

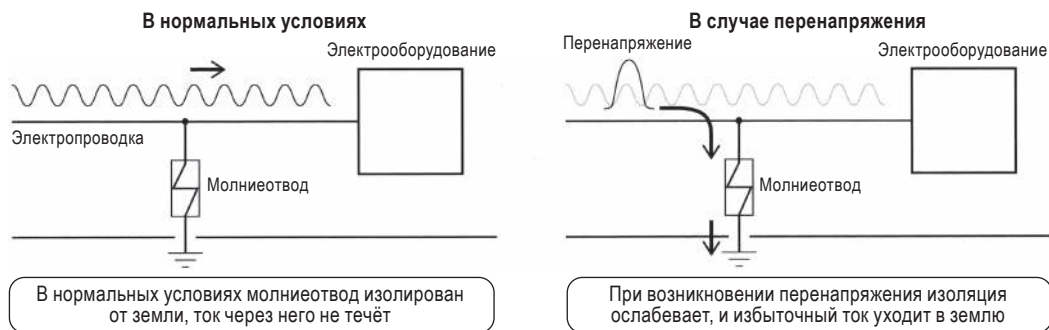


Рис. 3.3. Молниезащитное оборудование

4 Аварийные источники питания

4.1. Аварийное электроэнергетическое оборудование (аварийные электрогенераторы)

Если во время отключения электроэнергии есть необходимость использовать электричество, то нужно установить какое-либо резервное оборудование. Примером такого резервного оборудования служат электрогенераторы.



Рис. 3.4. Оборудование для защиты от стихийных бедствий, которое должно функционировать при отключении электроэнергии

Некоторые виды оборудования для защиты от стихийных бедствий по закону обязательно должны иметь резервную поддержку на случай отключения электроэнергии. Например, это касается насосов пожарных гидрантов и спринклеров, оборудования для удаления дыма и аварийных лифтов.

Аварийный электрогенератор должен автоматически включаться при отключении электроэнергии. Для обнаружения отключения электроэнергии используется реле минимального напряжения. Реле минимального напряжения срабатывает (замыкает контакты), когда напряжение в сети падает ниже определённого значения.

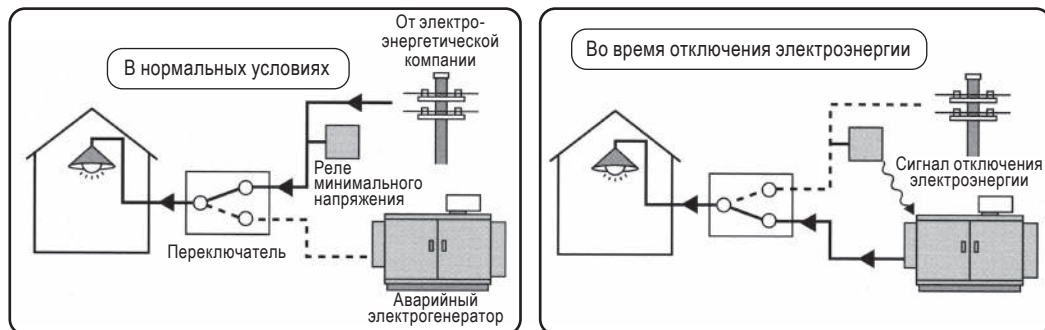


Рис. 3.5. Работа аварийного электрогенератора

При установке резервного питания необходимо определить, какое оборудование должно работать во время отключения электроэнергии, и нужно обеспечить питание этого оборудования от резервного источника. В то же время необходимо предотвратить утечку электроэнергии от аварийного генератора в распределительную сеть. Отключение электроэнергии электроэнергетической компанией может быть вызвано аварией, строительными работами или техническим обслуживанием. Если электричество от аварийного генератора поступит в распределительную сеть во время централизованного отключения, то существует риск распространения аварии и поражения током рабочих, занимающихся строительными работами и техническим обслуживанием.

Аварийный электрогенератор включает в себя двигатель внутреннего сгорания и ротор. Если мощность генератора равна 100 кВт, то это не значит, что к нему можно подключить электрооборудование мощностью 100 кВт. Например, если электрооборудование снабжено мотором, то для его запуска нужен пусковой ток, а значит, мощность генератора должна быть достаточной для этого.

Аварийный электрогенератор должен обеспечить работу оборудования, установленного Законом о защите от стихийных бедствий. Необходимая мощность генератора рассчитывается по методу, установленному Департаментом по защите от пожаров и стихийных бедствий.

4.2. Дизельный и газотурбинный генераторы

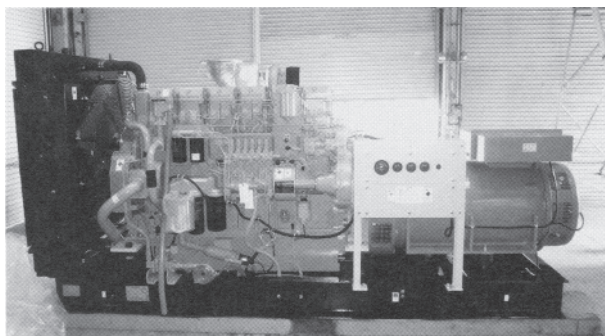
Аварийные электрогенераторы в зависимости от типа двигателя бывают дизельными и газотурбинными. В общем случае чаще всего используются дизельные генераторы. Хотя дизельные генераторы дешевле газотурбинных, у них есть ряд недостатков, например они сильно вибрируют и выбрасывают в окружающую среду большое количество оксидов азота и оксидов серы. Кроме того, для охлаждения дизельного двигателя используется вода, которая

должна постоянно циркулировать. Поэтому необходимо устанавливать резервуар для воды и радиатор.

Газотурбинный двигатель охлаждается воздухом и не требует воды, но он использует сжатый воздух и поэтому требует подачи большого количества воздуха извне.

Таблица 3.5. Сравнение дизельного и газотурбинного генераторов

	Дизельный генератор	Газотурбинный генератор
Используемое топливо	Легкая нефть, мазут	Керосин, легкая нефть, мазут, газ
Экономия топлива	Хорошая	Плохая (потребляет топливо примерно в 2 раза больше, чем дизельный)
Охлаждающая вода	Нужна	Не нужна
Время запуска	Мало (5–40 с)	Довольно большое (20–40 с)
Шум при работе	Большой	Большой (более высокого тона, чем у дизельного)
Вибрация	Сильная (требуется антивибрационные меры)	Небольшая
Вес	Тяжелый	Легкий (примерно вдвое легче дизельного)
Требуемая площадь для установки	Большая	Небольшая
Количество выбросов (NOx, SOx)	Большое	Небольшое
Цена	Относительно невысокая	Высокая



Дизельный генератор (фото предоставлено LTD Fuji Electric)

4.3. Системы аккумулирования электроэнергии

Кроме электрогенераторов, к резервному оборудованию относятся системы аккумулирования электроэнергии. Система аккумулирования электроэнергии, как и сухая батарея, является источником постоянного тока, поэтому её называют оборудованием постоянного тока. Такие системы используются в качестве резерва там, где может использоваться постоянный ток, например для питания аварийного освещения или систем управления. Подобно аварийному электрогенератору, система аккумулирования электроэнергии автоматически начинает отдавать электричество при обнаружении отключения централизованного электроснабжения. Система аккумулирования электроэнергии состоит из аккумуляторной батареи и зарядного устройства. В зарядном устройстве находится встроенный выпрямитель, который преобразует переменный ток в постоянный.

Как показано на рис. 3.6, если питание оборудования, потребителя постоянного тока, производить через зарядное устройство, то в момент отключения электроэнергии питание идет от аккумуляторной батареи, и электроснабжение оборудования не прервется.

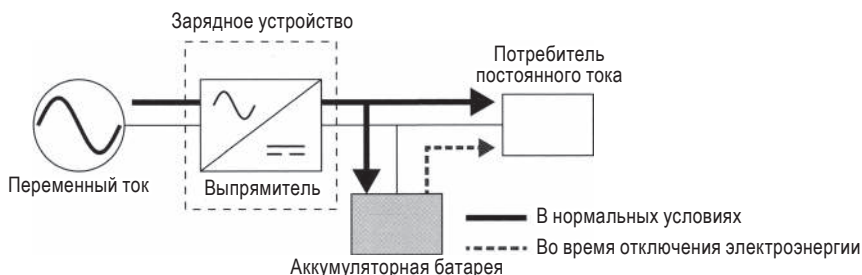


Рис. 3.6. Пример электроснабжения посредством системы аккумуляции электроэнергии

Аккумуляторные батареи можно разделить на две большие категории: свинцово-кислотные аккумуляторы и алкалиновые. Существует множество их разновидностей, которые отличаются сроками годности, особенностями заряда и разряда, требуемым обслуживанием, ценой и прочими характеристиками. Выбор аккумулятора обуславливается областью применения, конкретными условиями и экономическими возможностями.

До недавнего времени часто использовались аккумуляторы с вентиляционным отверстием, которые во время технического обслуживания нужно было пополнять дистиллированной водой. С недавних пор появились аккумуляторы, не требующие долива воды (с регулирующим клапаном), и в настоящее время они наиболее популярны.

Таблица 3.6. Виды аккумуляторов и их характеристики

Вид	Стационарные свинцово-кислотные аккумуляторы				
	жидкостные			с регулирующим клапаном	
Форма	С вентиляционным отверстием	С вентиляционным отверстием	С вентиляционным отверстием	С регулирующим клапаном	С регулирующим клапаном
Обозначение	CS-(E)	HS-(E)	PS-(E)	MSE	HSE
Номинальное напряжение	2 В	2 В	2 В	2 В	2 В
Диапазон температуры использования	-15...+45 °С	-15...+45 °С	-15...+45 °С	-15...+45 °С	-15...+45 °С
Срок службы (при 25 °С)	10–14 лет	5–7 лет	5–7 лет	7–9 лет	5–7 лет
Разрядные характеристики	Низкая скорость	Средняя и высокая скорость	Низкая и средняя скорость	Средняя и высокая скорость	Низкая и средняя скорость
Долив воды	Нужен	Нужен	Нужен	Не нужен	Не нужен
Устойчивость к вибрации	Высокая	Низкая	Низкая	Высокая	Высокая
Применение	Для работы оборудования для систем коммуникаций и связи Прочее	Для работы оборудования для аварийного освещения Для запуска генераторов Прочее	Для систем коммуникаций и связи Для железнодорожных поездов Прочее	Для работы оборудования для панелей управления Для аварийного освещения Для ИБП Прочее	Для работы оборудования для панелей управления Для аварийного освещения Для ИБП Прочее
Цена	Довольно дешёвые	Дешёвые	Дешёвые	Довольно дорогие	Довольно дорогие

Окончание табл. 3.6 ⇒

Таблица 3.6 (окончание)

Вид	Алкалиновые аккумуляторы			
	жидкостные			с регулирующим клапаном
Форма	С вентиляционным отверстием	С вентиляционным отверстием	С вентиляционным отверстием	Герметизированный
Обозначение	АМ-Р	АМН-	АНН-S	АННЕ
Номинальное напряжение	1,2 В	1,2 В	1,2 В	1,2 В
Диапазон температуры использования	-20...+45 °С	-20...+45 °С	-20...+45 °С	-10...+40 °С
Срок службы (при 25 °С)	12-15 лет	12-15 лет	12-15 лет	12-15 лет
Разрядные характеристики	Средняя скорость	Средняя и высокая скорость	Высокая скорость	Высокая скорость
Долив воды	Нужен	Нужен	Нужен	Не нужен
Устойчивость к вибрации	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
Применение	Для работы оборудования Для панелей управления Для систем коммуникаций и связи Прочее	Для работы оборудования Для панелей управления Для аварийного освещения Прочее	Для ИБП Для запуска двигателей Прочее	Для ИБП Для запуска двигателей Прочее
Цена	Дорогие	Дорогие	Дорогие	Дорогие



Свинцово-кислотный аккумулятор
(с регулирующим клапаном)



Алкалиновый аккумулятор

(Фото предоставлено LTD GS Yuasa)

Источниками резервного питания, использующими аккумуляторные батареи, являются также источники бесперебойного питания (ИБП). ИБП снабжены инвертором, в котором постоянный ток преобразуется в переменный, и используются в качестве источников питания для компьютеров и коммуникационного оборудования, которые плохо переносят колебания и резкие падения напряжения.

Как показано на рис. 3.7, использование байпаса позволяет не прерывать подачу электроэнергии в случае поломки, перегрузки или во время технического обслуживания ИБП.

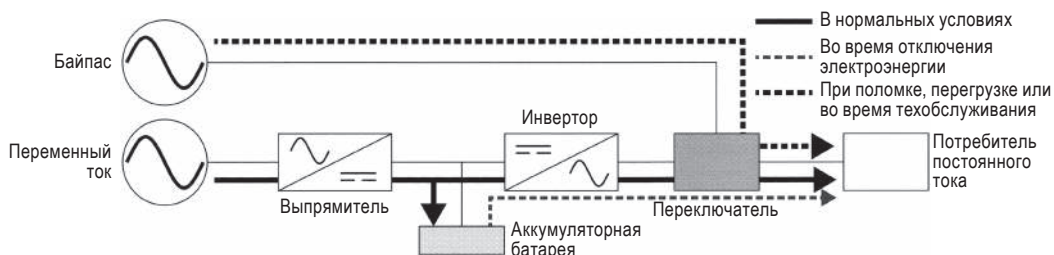
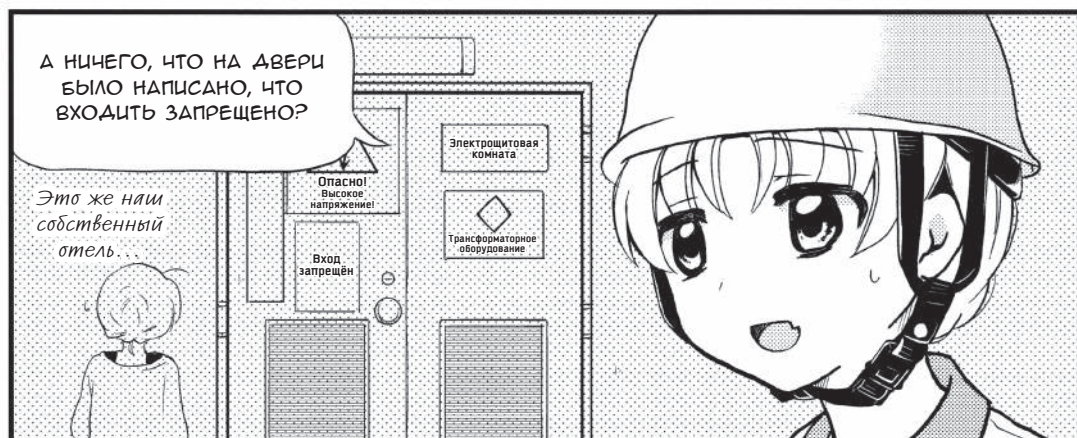
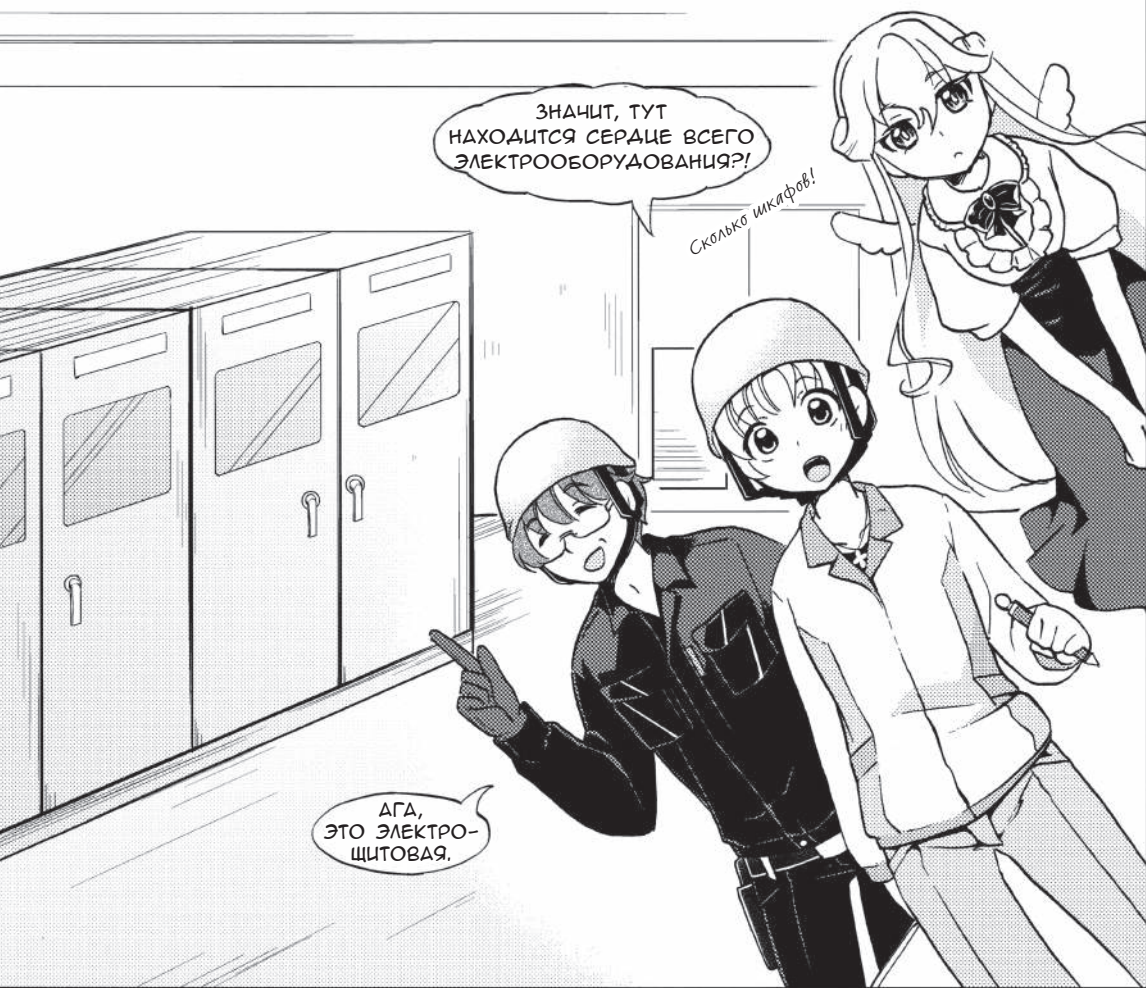


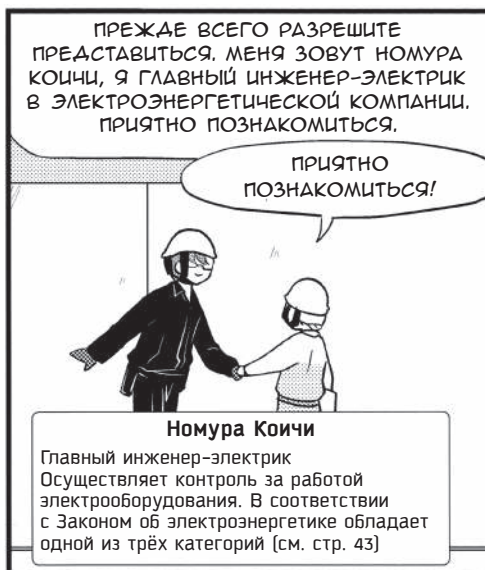
Рис. 3.7. Пример электроснабжения посредством источника бесперебойного питания (ИБП)

ГЛАВА 4

СЕРДЦЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

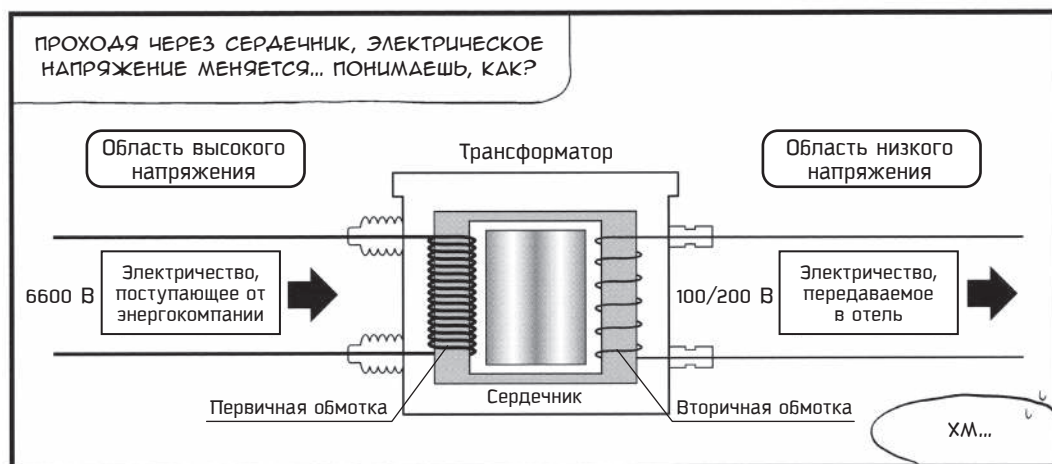
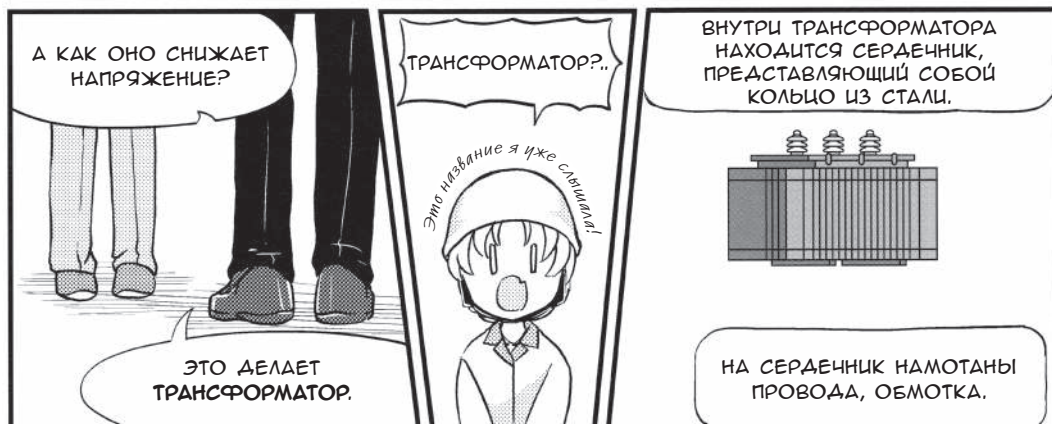
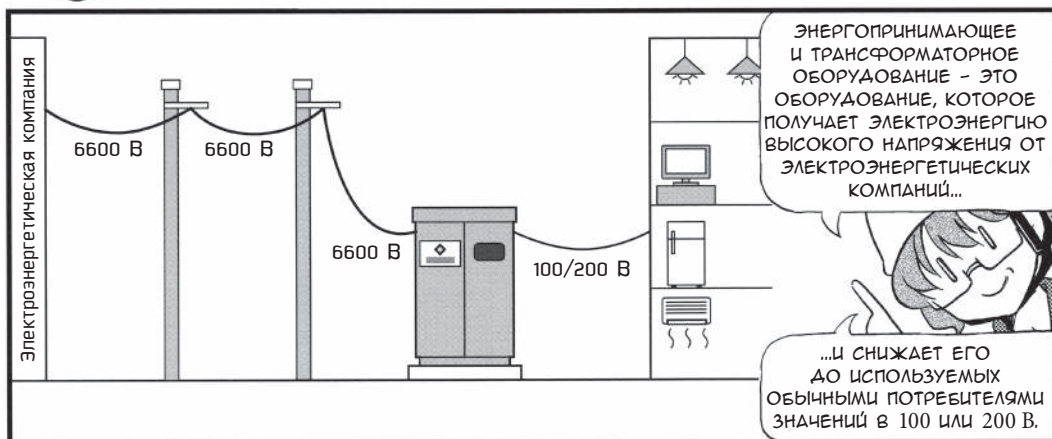








ЭНЕРГОПРИНИМАЮЩЕЕ И ТРАНСФОРМАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ





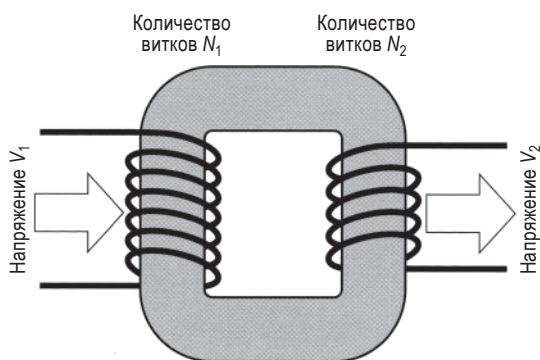
Если говорить упрощённо, то количество витков обмотки пропорционально напряжению.



А, вот как... А почему?..

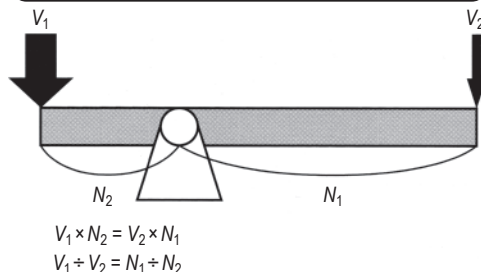


Теория тут немного сложноватая, поэтому рассмотрим на примере принципа рычага.



Принцип рычага

Когда баланс уравновешен, то произведение величины силы, приложенной к определённой точке, и расстояния до точки опоры должно быть одинаковым для левой и правой сторон. То есть (Вес слева от опоры V_1) \times (Расстояние до опоры N_2) и (Вес справа от опоры V_2) \times (Расстояние до опоры N_1) должны быть равны.



...Вот оно что. Теперь понятно.



Рассмотрим на конкретном примере. Предположим, что на стороне входа имеется 100 витков (N_1), а на стороне выхода 10 витков (N_2). Электрическое напряжение на входе (V_1) равно 500 В, тогда...

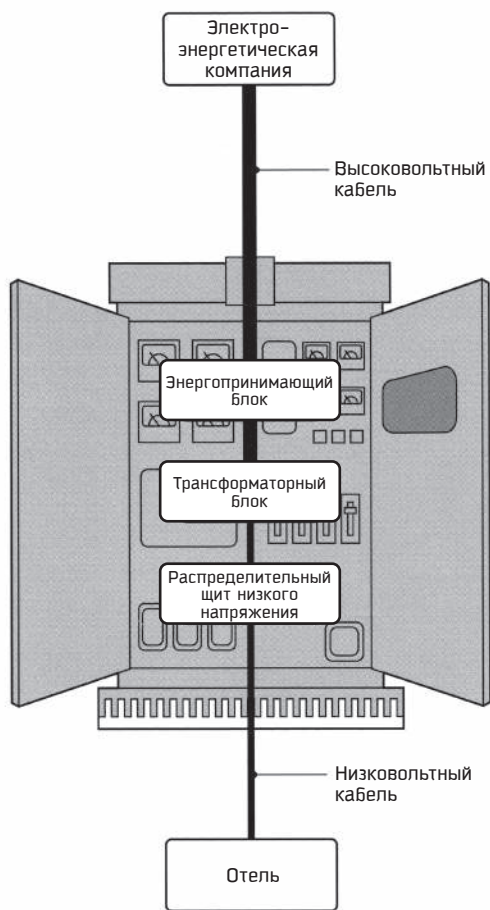


Количество витков получается 100 к 10, то есть 10 к 1. Если отталкиваться от примера с рычагом, то получаем, что на выходе напряжение будет $500 \times 1/10 = 50$ В. Верно?



Абсолютно! Пользуясь этим принципом, можно свободно менять напряжение, это и есть работа трансформатора!

ЭНЕРГОПРИНИМАЮЩЕЕ И ТРАНСФОРМАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, КРОМЕ ТРАНСФОРМАТОРА, ИМЕЕТ **ЭНЕРГОПРИНИМАЮЩИЙ БЛОК**, КОТОРЫЙ ПРИНИМАЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ИЗ СЕТИ, И **РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ЩИТ** НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ, ПЕРЕДАЮЩИЙ В ЗАДАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО С ПОНИЖЕННЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ.



САМОЙ ВАЖНОЙ ФУНКЦИЕЙ ЭНЕРГОПРИНИМАЮЩЕГО БЛОКА ЯВЛЯЕТСЯ ОТКЛЮЧЕНИЕ ОТ ЭЛЕКТРОСЕТИ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ИЛИ ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ ВНУТРИ ЗАДАНИЯ, ЧТО ПОЗВОЛЯЕТ ИЗБЕЖАТЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СЕТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ.

ДЛЯ ЭТОГО ОН ДОЛЖЕН СРАБАТЫВАТЬ ПРЕЖДЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ.



ЕСЛИ СРАБОТАЕТ АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ НА СТОРОНЕ ЭНЕРГОКОМПАНИИ, ТО ОТКЛЮЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРОИЗОЙДЁТ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ.

ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ВРЕДА НАДО ОТКЛЮЧАТЬ ЭНЕРГИЮ КАК МОЖНО РАНЬШЕ, И НЕ ОБЯЗАТЕЛЬНО ТОЛЬКО В ЭНЕРГОПРИНИМАЮЩЕМ БЛОКЕ.



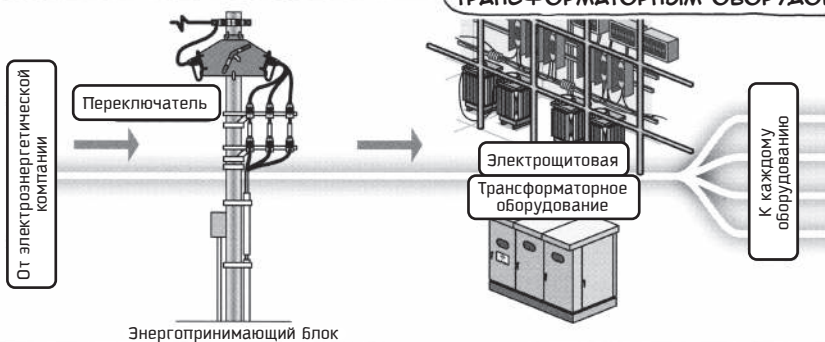
4.2 КООРДИНАЦИЯ ЗАЩИТЫ

РЕГУЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕНИ СРАБАТЫВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ В РАЗНЫХ МЕСТАХ НАЗЫВАЕТСЯ **КООРДИНАЦИЕЙ ЗАЩИТЫ**.



ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭНЕРГОПРИНИМАЮЩЕГО И ТРАНСФОРМАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, А ТАКЖЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЩИТОВ И ЩИТОВ УПРАВЛЕНИЯ НА СТОРОНЕ ПОТРЕБИТЕЛЯ НЕОБХОДИМО РАЗРАБОТАТЬ И КООРДИНАЦИЮ ЗАЩИТЫ.

ИНОГДА АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ УСТАНАВЛИВАЮТСЯ ЗА ТЕРРИТОРИЕЙ ЗДАНИЯ. ТОГДА ОНИ СТАНОВЯТСЯ ЧАСТЬЮ ЭНЕРГОПРИНИМАЮЩЕГО БЛОКА И ЭНЕРГОПРИНИМАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ, А ЭЛЕКТРОЩИТОВАЯ В ТАКОМ СЛУЧАЕ НАЗЫВАЕТСЯ ПРОСТО **ТРАНСФОРМАТОРНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ**.



НО ДАЖЕ В ТАКОМ СЛУЧАЕ ГЛАВНЫЙ АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ОБЫЧНО НАХОДИТСЯ В ТРАНСФОРМАТОРНОМ ОБОРУДОВАНИИ.

И ДЛЯ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПРОВЕРОК УДОБНЕЕ И БЕЗОПАСНЕЕ, ЕСЛИ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ НАХОДИТСЯ В ЭТОМ МЕСТЕ.





РАЗРЫВНАЯ (КОММУТИРУЕМАЯ) МОЩНОСТЬ. ТРАНСФОРМАТОРНАЯ МОЩНОСТЬ

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ОБЛАДАЕТ
ТАК НАЗЫВАЕМОЙ РАЗРЫВНОЙ МОЩНОСТЬЮ.



ОНА ПОКАЗЫВАЕТ МАКСИМАЛЬНУЮ ВЕЛИЧИНУ
ТОКА, ПРИ КОТОРОМ ВОЗМОЖНО
БЕЗОПАСНОЕ ВЫКЛЮЧЕНИЕ.

НАПРИМЕР, РАЗРЫВНАЯ МОЩНОСТЬ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ
ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ПОДРАЗДЕЛЯЕТСЯ
НА НЕСКОЛЬКО УРОВНЕЙ.

8 кА
12,5 кА
25 кА
31,5 кА
⋮

Хм...



МОЖЕМ ЛИ МЫ ЗАРАНЕЕ УЗНАТЬ,
НАСКОЛЬКО БОЛЬШИМ БУДЕТ ТОК
ПРИ АВАРИИ?



ЭТО ЗНАЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ НАПРЯЖЕНИЕМ
И СОПРОТИВЛЕНИЕМ!

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ...
ЭТО КОТОРОЕ ПОКАЗЫВАЕТ,
НАСКОЛЬКО ЛЕГКО ИЛИ ТРУДНО
ТЕЧЁТ ТОК?



АГА!
А ДЛЯ СТЕПЕНИ ЗАТРУДНЁННОСТИ ТЕЧЕНИЯ
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ОБОРУДОВАНИЯ И ПРОВОДОВ ЕСТЬ
КЛАССНОЕ НАЗВАНИЕ - ИМПЕДАНС!

ТОЖЕ МНЕ КЛАССНОЕ
НАЗВАНИЕ...



ЕСЛИ ИМПЕДАНС НИЗКИЙ,
ТО И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ
НИЗКОЕ, А ЭТО ЗНАЧИТ, ЧТО ТЕЧЁТ БОЛЬШОЙ
ТОК, И ПОТРЕБУЕТСЯ БОЛЬШАЯ РАЗРЫВНАЯ
МОЩНОСТЬ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ.

Низкий импеданс → Нужна **высокая** разрывная мощность
Высокий импеданс → Нужна **низкая** разрывная мощность

ЕСЛИ РАЗРЫВНОЙ МОЩНОСТИ
НЕ ДОСТАТОЧНО, ТО ВО ВРЕМЯ
АВАРИИ ТОК НЕ ОТКЛЮЧИТСЯ, ЧТО
МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ВОЗГОРАНИЮ
(СМ. СТР. 143).

ЕСЛИ ЖЕ РАЗРЫВНАЯ МОЩНОСТЬ
СЛИШКОМ ВЕЛИКА, ЭТО УЖЕ
НЕ ЭКОНОМИЧНО, ТАК КАК СТОИМОСТЬ
АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ
С БОЛЬШЕЙ МОЩНОСТЬЮ ВЫШЕ
(СМ. СТР. 81).

ЗНАЧИТ, НЕОБХОДИМО
ВЫБРАТЬ НАИБОЛЕЕ
ПОДХОДЯЩИЙ, ДА?!

Импеданс Напряжение

↓

Разрывная
мощность

↓

Экономичность

Наиболее подходящий
автоматический
выключатель



АНАЛОГИЧНО
И С ТРАНСФОРМАТОРАМИ.

ОНИ ИМЕЮТ ТРАНСФОРМАТОРНУЮ
МОЩНОСТЬ, ПОКАЗЫВАЮЩУЮ
МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНЫЙ ТОК,
КОТОРЫЙ ТРАНСФОРМАТОР МОЖЕТ
ПРЕОБРАЗОВАТЬ. ТАК ЧТО
ТРАНСФОРМАТОР ТОЖЕ НУЖНО
ВЫБИРАТЬ НАИБОЛЕЕ ПОДХОДЯЩИЙ.

Номинальная мощность трансформатора –
это количество электроэнергии, которое может
быть безопасно выдано устройством
при установленном напряжении и частоте
(номинальное напряжение, номинальная частота)
и без превышения определённой температуры
(см. стр. 144).

ОДНАКО ЕСЛИ ПРОСТО СЛОЖИТЬ
НОМИНАЛЬНЫЕ МОЩНОСТИ
ВТОРИЧНЫХ НАГРУЗОК, ТО, СКОРЕЕ
ВСЕГО, ПОЛУЧИТСЯ ИЗБЫТОЧНОЕ
ЗНАЧЕНИЕ.



Э... КАК ТАК?

РАЗРЫВНАЯ (КОММУТИРУЕМАЯ) МОЩНОСТЬ. ТРАНСФОРМАТОРНАЯ МОЩНОСТЬ

НОМИНАЛЬНЫЕ МОЩНОСТИ
ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТОВ МОЖНО
ПОСМОТРЕТЬ В КАТАЛОГАХ ИЛИ НА
САМЫХ ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТАХ.



Номинальные мощности¹

Кондиционер	режим обогрева: 6,0 кВт режим охлаждения: 5,0 кВт
Лифт	9,2 кВт
Холодильник	0,2 кВт
Насос	1,5 кВт

ОДНАКО БОЛЬШИНСТВО
ЭЛЕКТРОПРИБОРОВ В ОБЫЧНЫХ
УСЛОВИЯХ ИСПОЛЬЗУЮТ МЕНЬШЕ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ЧЕМ УКАЗАНО
В НОМИНАЛЬНОМ ЗНАЧЕНИИ.



ТО ЕСТЬ В НОМИНАЛЬНОМ
ЗНАЧЕНИИ ЗАЛОЖЕН
КАКОЙ-ТО ЗАПАС?

КРОМЕ ТОГО, КОГДА ОДНОВРЕМЕННО
РАБОТАЕТ НЕСКОЛЬКО ПРИБОРОВ,
ЭТО НЕ ЗНАЧИТ, ЧТО ОНИ ВСЕ В ОДНО
И ТО ЖЕ ВРЕМЯ РАБОТАЮТ
В ОДИНАКОВЫХ УСЛОВИЯХ.

ТАК, ПРИБОРЫ, ПОСТОЯННО ВКЛЮЧЁННЫЕ
В РОЗЕТКУ, ВРОДЕ ХОЛОДИЛЬНИКА,
ТО ИЗДАЮТ ГУДЕНИЕ, ТО НЕТ, ПРАВДА?



ДЛЯ КАЖДОГО
УСТРОЙСТВА
СУЩЕСТВУЮТ СВОИ
ПЕРЕРЫВЫ В РАБОТЕ.

ЭТО НАЗЫВАЕТСЯ
НЕРАВНОМЕРНОСТЬ
УРОВНЯ СПРОСА.



СЕЙЧАС ОБЪЯСНЮ.

¹ Приведённые значения номинальных мощностей указаны для примера, на самом деле они различны для разных видов техники.



Начнём с уровня спроса. Кажется, что нужно просто сложить мощности электрооборудования, но на самом деле максимальная потребляемая мощность будет меньше этой суммы. Её можно найти из этой формулы уровня спроса:

$$\text{Уровень спроса (\%)} = \frac{\text{Максимальная потребляемая мощность (Вт)}}{\text{Мощность оборудования (Вт)}}.$$

Чем выше уровень спроса, тем больше приборов работает в состоянии, близком к номинальному.



Значит, нужно разделить реальную максимальную мощность на мощность оборудования, да?



Теперь рассмотрим степень неравенства, которая показывает, как используется электроэнергия на нескольких единицах оборудования. Это отношение суммы максимальных потребляемых мощностей каждого оборудования к фактической максимальной потребляемой мощности:

$$\text{Степень неравенства} = \frac{\text{Сумма максимальных потребляемых мощностей (Вт)}}{\text{Фактическая максимальная потребляемая мощность (Вт)}}.$$

Чем ближе это значение к 1, тем большее количество оборудования используется одновременно. Теперь можно найти необходимую мощность источника энергии (трансформаторную мощность).



Если известны уровень спроса и степень неравенства, то можно вычислить фактическую необходимую мощность, которая нужна для определения трансформаторной мощности, верно? Но ведь нельзя узнать эти значения до начала использования оборудования, а значит, трансформаторную мощность можно определить только после начала использования...



Совершенно верно. Поэтому используют предполагаемые значения на основании прошлого опыта в аналогичных условиях. Но главное, что мы хотим предотвратить, – ситуацию, когда мощности трансформатора окажется недостаточно, поэтому в любом случае стараются использовать как можно более мощные трансформаторы.

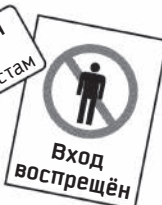
4.3 ЭЛЕКТРОЩИТОВАЯ

ДОТРАГИВАТЬСЯ
ДО ЭНЕРГОПРИНИМАЮЩЕГО
И ТРАНСФОРМАТОРНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ ОПАСНО,
КАК И НАПИСАНО НА ВХОДЕ.



Опасно!
Высокое
напряжение

Электрощитовая
Вход разрешён
только специалистам



ой!

шляпа

ВСЁ-ТАКИ В ЭЛЕКТРОЩИТОВОЙ
ОПАСНО, ДА?

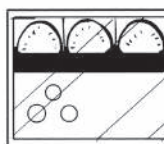
ДА ВСЁ НОРМАЛЬНО!
ЭТО КОМНАТА
ЗАКРЫТОГО ТИПА.

КЛАСС!

ЗАКРЫТОГО
ТИПА?

ТАК ОПАСНО ТУТ ИЛИ НЕТ?

ВЦАИШЬ ШКАФЫ?



В ТАКИХ СТАЛЬНЫХ ШКАФАХ
СПРЯТАНО ВЫСОКОВОЛЬТНОЕ
ЭНЕРГОПРИНИМАЮЩЕЕ
И ТРАНСФОРМАТОРНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ.

НА ВНЕШНЮЮ ПОВЕРХНОСТЬ
ЭТИХ ШКАФОВ ТОК
НЕ ПОПАДАЕТ, ТАК ЧТО
ДО НИХ МОЖНО СПОКОЙНО
ДОТРАГИВАТЬСЯ.



СОБИРАЮТСЯ И УСТАНАВЛИВАЮТСЯ
ЭТИ ШКАФЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ,
И ОСТАЁТСЯ ВСЕГО ЛИШЬ СОЕДИНИТЬ
ИХ ПРОВОДАМИ СО ЗДАНИЕМ!

ИНОГДА ИХ
УСТАНАВЛИВАЮТ
ВНЕ ПОМЕЩЕНИЙ.



Я ТАКОЕ ВИДЕЛА!

НО КОГДА ТАКИЕ ШКАФЫ СТОЯТ
СНАРУЖИ, ТО ЧЕРЕЗ РАЗНЫЕ
ОТВЕРСТИЯ В НИХ МОГУТ ПРОНИКНУТЬ
МЕЛКИЕ ЖИВОТНЫЕ, КОТОРЫХ МОЖЕТ
УДАРИТЬ ТОКОМ, ЧТО ЧРЕВАТО
АВАРИЙНОЙ ОСТАНОВКОЙ
ОБОРУДОВАНИЯ. ПОЭТОМУ ВСЕ ЩЕЛИ
НУЖНО ЗАКРЫВАТЬ.



ЗНАЧИТ, НУЖНО ОБРАТИТЬ
ВНИМАНИЕ НА ВОЗМОЖНОСТЬ
ПРОНИКНОВЕНИЯ
МЕЛКИХ ЖИВОТНЫХ, ДА?

А ЕЩЁ КАКОГО ТИПА
БЫВАЮТ
ЭЛЕКТРОЩИТОВЫЕ?



БЫВАЮТ
ОТКРЫТОГО ТИПА.



ПРИ ОТКРЫТОМ ТИПЕ ВСЁ
ОБОРУДОВАНИЕ СТОИТ НА ВИДУ,
И ТРЕБУЮТСЯ РАБОТЫ
ПО ЕГО СОЕДИНЕНИЮ
ВНУТРИ ЭЛЕКТРОЩИТОВОЙ.

Пример установки энергопринимающего
и трансформаторного оборудования открытого типа

ТРАНСФОРМАТОРЫ, ПРОВОДА,
МЕДНЫЕ ПЛАСТИНЫ И ПРОЧИЕ
ПРЕДМЕТЫ НАХОДЯТСЯ В ОТКРЫТОМ
ДОСТУПЕ, ПОЭТОМУ ПРЕДСТАВЛЯЮТ
ОПАСНОСТЬ.

Опасно!
Высокое напряжение

ПОЭТОМУ ОБОРУДОВАНИЕ
В ТАКОМ СЛУЧАЕ НЕОБХОДИМО
ОГРАДИТЬ СЕТКОЙ.

М-ДА...
МНОГО ВСЕГО СЛОЖНОГО,
ПРАВДА?

УФ...

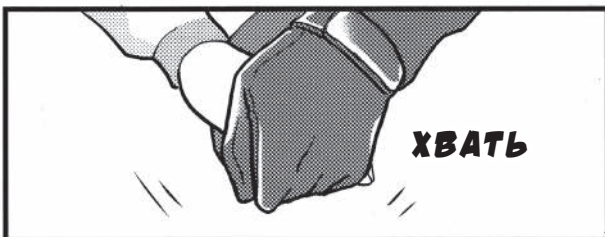
У МЕНЯ УЖЕ
НЕТ НИКАКИХ СИЛ.

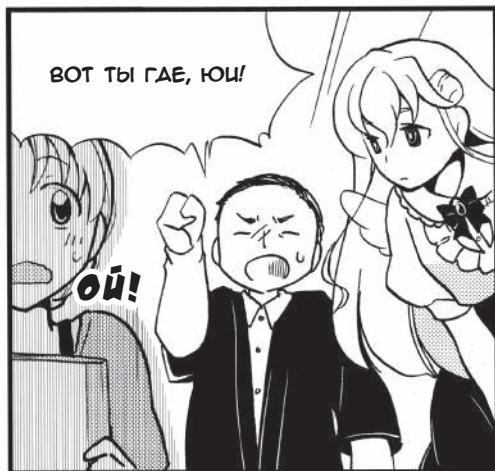
Я ОЧЕНЬ РАДА,
ЧТО ТЫ ТАК ВНИМАТЕЛЬНО
МЕНЯ СЛУШАЛА!

ЧТО НИ ГОВОРИ,
А ДЕВЫ В КОГО АНГЕЛ
НЕ ВСЕЛИТСЯ, ДА?

НИ В КОГО
Я НЕ ВСЕЛЯЛАСЬ!!!









ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

1 Разрывная мощность

1.1. Расчёт тока короткого замыкания

Разрывная мощность автоматического выключателя показывает максимальную величину тока, при которой возможно аварийное отключение. При выборе автоматического выключателя нужно обращать внимание не только на значение номинального тока, показывающее количество ампер, допустимое при нормальных условиях, но и на разрывную мощность выключателя.

Чтобы определить разрывную мощность автоматического выключателя, нужно рассчитать максимально возможное значение силы тока при аварии в тех условиях, где устанавливается автоматический выключатель. Как только известен максимальный ток при аварии, можно выбрать выключатель с номинальной разрывной мощностью выше найденного значения.



Рис. 4.1. Высокая и низкая разрывная мощность

Когда говорится о максимальном токе при аварии, подразумевается короткое замыкание. Поэтому для вычисления максимального аварийного тока рассматривают ток, протекающий при возникновении короткого замыкания. В трёхфазной сети вычисляют значение тока трёхфазного короткого замыкания. Поскольку электрические провода и кабели имеют электрическое сопротивление, то при большой длине линии аварийный ток снижается. Однако при выборе разрывной мощности автоматических выключателей на низковольтных распределительных щитах импеданс сети игнорируется, и предполагается, что короткое замыкание возникает непосредственно около выхода из трансформатора (на низковольтной стороне).

1.2. Пример расчёта тока короткого замыкания

Значение силы тока вычисляется через электрическое напряжение и импеданс (см. стр. 132), однако при расчёте тока короткого замыкания используется импеданс трансформатора в процентах (%Z). Если на вторичной стороне трансформатора произошло короткое замыкание, а на первичной обмотке увеличилось напряжение, то ток вторичной обмотки будет пропорционален току в первичной обмотке. Импеданс трансформатора в процентах – это отношение напряжения на первичной стороне, когда ток на вторичной стороне достигает номинального значения, к номинальному напряжению на первичной стороне. Его называют импедансом короткого замыкания.

Ток короткого замыкания, замыкание возникло сразу на выходе трансформатора:

$$I_s = \frac{I_n}{\%Z} \times 100 \text{ (A)},$$

где I_s – ток короткого замыкания; I_n – номинальный ток; $\%Z$ – импеданс в процентах.

Например, если имеется трёхфазная цепь трансформатора 6,6 кВ / 210 В 100 кВА и $\%Z = 2,7 \%$, то номинальный ток будет равен:

$$I_n = \frac{100 \text{ кВА}}{\sqrt{3} \times 210 \text{ В}} = 274 \text{ А}.$$

Ток короткого замыкания трёхфазной цепи, замыкание сразу на выходе, будет равен:

$$I_s = \frac{275 \text{ А}}{2,7 \%} \times 100 = 10,2 \text{ кА}.$$

Номинальные разрывные мощности автоматических выключателей распределительных сетей бывают 2,5 кА / 5 кА / 10 кА / 25 кА / 30 кА... и т. д. В примере выше расчётное значение тока короткого замыкания получается равным 10,2 кА, поэтому следует выбрать автоматический выключатель с номинальной разрывной мощностью в 25 кА.

Если посмотреть каталоги и спецификации, то в качестве номинальной разрывной мощности приводятся номинальная предельная разрывная мощность (I_{cu}) и номинальная используемая разрывная мощность (I_{cs}). Это определено в стандартах автоматических выключателей JIS С 8201-2-2 или IEC 60947-2, но обычно для выбора автоматического выключателя обращают внимание на номинальную предельную разрывную мощность (I_{cu}).

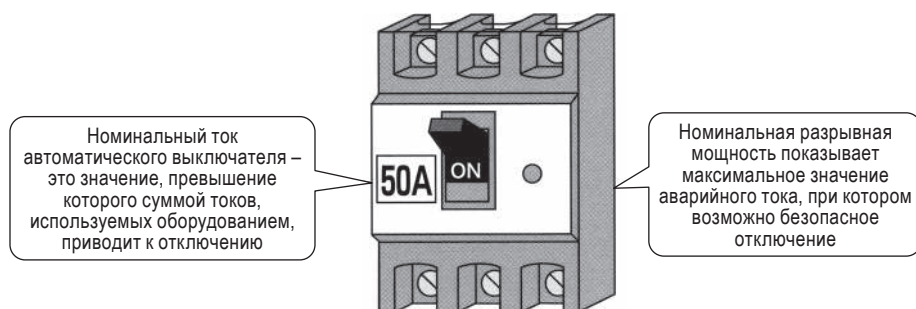


Рис. 4.2. Автоматический выключатель распределительной сети

2 Трансформаторная мощность

2.1. Что такое трансформаторная мощность

Чтобы рассчитать необходимую трансформаторную мощность, нужно составить список всего оборудования, которое будет нагрузкой на данный трансформатор, и вычислить необходимую мощность источника питания для каждой единицы оборудования.

Например, чтобы узнать мощность источника энергии для коммерческого кондиционера, нужно посмотреть таблицу технических характеристик в каталоге соответствующей модели. В таблице на следующей странице приведён пример технических характеристик коммерческого кондиционера (внешнего блока). В колонке электрических характеристик указаны потребляемая мощность, сила тока, коэффициент мощности и пусковой ток. Если используется эта

модель, то при низкотемпературном обогреве зимой потребляемая мощность равна 6,74 кВт, коэффициент мощности при обогреве равен 90 %, поэтому необходимая мощность источника электроэнергии будет равна²:

$$\frac{6,74 \text{ кА}}{0,9} = 7,5 \text{ кВА}.$$

Характеристики			Модель	PUNY-GP224DMG3 (8 л. с.)
Источник питания			Трёхфазный 200 В 50/60 Гц	
Холодопроизводительность (кВт)			22,4	
Теплопроизводительность (кВт)			25,0	
Производительность при низкотемпературном обогреве (кВт)			20,0	
APF (2015)			6,2	
Электрические характеристики	Потребляемая мощность (кВт)	Режим охлаждения	5,79	
		Режим обогрева	5,86	
		Низкотемпературный обогрев	6,74	
	Сила тока (А)	Режим охлаждения	18,57	
		Режим обогрева	18,79	
	Коэффициент мощности (%)	Режим охлаждения	90	
		Режим обогрева	90	
	Пусковой ток (А)		15	
Компрессор		Мощность двигателя (кВт)	4,0	
Мощность нагревателя картера (максимальная) (Вт)		32		
Вентилятор	Расход воздуха (м³/мин)		170	
	Мощность мотора (кВт)		0,46	
Размер трубки для хладагента (основная трубка) (мм)		Со стороны жидкости	ø9,52 с пайкой	
		Со стороны газа	ø19,05 с пайкой	
Уровень шума (PWL), дБ (А характеристическое значение)			78,5	
Вес модели (кг)			182	

(Источник: пример технических характеристик коммерческого кондиционера (внешний блок) LTD Mitsubishi Electric)

2.2. Пример расчёта трансформаторной мощности

Для расчёта трансформаторной мощности учитывают уровень спроса и степень неравномерности (см. стр. 135). Однако велика вероятность того, что, например, кондиционеры могут летом в жару и зимой в холод работать одновременно и на полную мощность. Поэтому уровень спроса может быть равен 100 %, а степень неравномерности – 1,0.

Когда же имеются не только кондиционеры, но и другое оборудование, например водопроводные и дренажные насосы, вентиляторы и т. п., то нужно принимать во внимание уровень спроса и степень неравномерности для каждой единицы оборудования. Предположим, что имеются следующие виды нагрузок:

- кондиционер 7,5 кВА (8 л. с.) 3 шт.;
- вентилятор 0,4 кВт (КПД 70 %, коэффициент мощности 60 %) 4 шт.;
- водопроводный насос 3,7 кВт (КПД 90 %, коэффициент мощности 80 %) 1 шт.;

² VA(BA) – единица измерения полной мощности (см. стр. 148).

- дренажный насос 3,7 кВт (КПД 90 %, коэффициент мощности 80 %) 1 шт.;
- рабочее оборудование 10 кВА (уровень спроса 60 %) 5 шт.

Требуемая мощность источника электроэнергии для каждого типа оборудования представлена ниже. Для двигателя эта мощность рассчитывается путём деления номинальной мощности на КПД и коэффициент мощности.

- Кондиционер $7,5 \text{ кВА} \times 3 \text{ шт.} = 22,5 \text{ кВА}$.
- Вентилятор $\frac{0,4 \text{ кВт}}{0,7 \times 0,6} \times 4 \text{ шт.} = 3,8 \text{ кВА}$.
- Водопроводный насос $\frac{3,7 \text{ кВт}}{0,9 \times 0,8} \times 1 \text{ шт.} = 5,1 \text{ кВА}$.
- Дренажный насос $\frac{2,2 \text{ кВт}}{0,9 \times 0,8} \times 1 \text{ шт.} = 3,0 \text{ кВА}$.
- Рабочее оборудование $10 \text{ кВА} \times 5 \text{ шт.} \times \text{уровень спроса } 0,6 = 30 \text{ кВА}$.

Если всё оборудование будет продолжать работать одновременно, то необходимая трансформаторная мощность может быть рассчитана просто как сумма необходимых мощностей источников электроэнергии каждой единицы оборудования.

$$22,5 + 3,8 + 5,1 + 3,0 + 30 = 64,4 \text{ кВА}.$$

Обычно трансформаторы общего назначения имеют следующие номинальные ёмкости: 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 500 кВА и т. п. Для нашего примера подходящим будет трансформатор в 75 кВА.

Если же не всё оборудование работает одновременно, то нужно учитывать степень неравенства. Степень неравенства рассчитывается на основе фактических данных в похожих ситуациях и исходя из конкретных условий эксплуатации. Если, например, степень неравенства равна 1,4, то получим:

$$\frac{6,4}{1,4} = 46,0 \text{ кВА}.$$

В этом случае выбор падёт на трансформатор в 50 кВА.

Используемые для расчёта трансформаторной мощности уровень спроса и степень неравенства часто определяются на основе опыта, и эти значения не обязательно будут точными. Это зависит также от человека, делающего расчёты. Коэффициент мощности и КПД двигателей тоже не являются точными, и обычно используются приблизительные значения из стандартов IIS, поэтому и расчётная требуемая мощность источника питания будет приблизительной. Следует также иметь в виду, что слишком большая склонность к безопасности в оценке различных значений может привести к выбору чрезмерно большого трансформатора.

На практике же, если оборудование работает непостоянно, определяют уровень спроса и в соответствии с ним учитывают рабочее время. Например, для приведённого выше примера определим уровень спроса для водопроводного насоса равным 30 %, а для дренажного насоса – 10 %. Степень неравенства сделаем довольно небольшой (например, 1,2). Тогда необходимая мощность источника питания для каждого вида оборудования будет равна:

- кондиционер $7,5 \text{ кВА} \times 3 \text{ шт.} \times \text{уровень спроса } 1,0 = 22,5 \text{ кВА}$;
- вентилятор $\frac{0,4 \text{ кВт}}{0,7 \times 0,6} \times 4 \text{ шт.} \times \text{уровень спроса } 1,0 = 3,8 \text{ кВА}$;
- водопроводный насос $\frac{3,7 \text{ кВт}}{0,9 \times 0,8} \times 1 \text{ шт.} \times \text{уровень спроса } 0,3 = 1,5 \text{ кВА}$;

- дренажный насос $\frac{2,2 \text{ кВт}}{0,9 \times 0,8} \times 1 \text{ шт.} \times \text{уровень спроса } 0,1 = 0,3 \text{ кВА};$
- рабочее оборудование $10 \text{ кВА} \times 5 \text{ шт.} \times \text{уровень спроса } 0,6 = 30 \text{ кВА}.$

Суммируем:

$$22,5 + 3,8 + 1,5 + 0,3 + 30 = 58,1 \text{ кВА}.$$

С учётом уровня неравенства необходимая мощность источника питания будет равна:

$$\frac{58,1}{1,2} = 48,4 \text{ кВА}.$$

Установленный таким образом уровень спроса с учётом рабочего времени ошибочен по сравнению с естественным определением уровня спроса. Однако трансформаторная мощность получится ближе к реальному значению, если в расчёте учитывать рабочее время каждого вида оборудования через уровень спроса, вместо учета разброса рабочего времени каждого вида оборудования, используя только степень неравенства.

При выборе мощности трансформатора нужно учитывать также возможное увеличение оборудования в будущем, поэтому следует либо предусмотреть запас мощности трансформатора, либо обеспечить возможность установки ещё одного трансформатора и распределительного щита.

3 Фазосдвигающий конденсатор и корректор нелинейности тока

3.1. Реактивное сопротивление (реактанс) и коэффициент мощности

В энергопринимающем и трансформаторном оборудовании устанавливаются конденсаторы для компенсации отставания по фазе тока от напряжения, происходящего из-за индуктивного реактанса нагрузки, например электродвигателя. Индуктивное реактивное сопротивление – это сопротивление, возникающее при индуктивной нагрузке, например в обмотке катушки. При индуктивном реактивном сопротивлении фаза тока отстает от фазы напряжения. Коэффициент мощности равен косинусу угла сдвига фаз между током и напряжением в нагрузке. При отставании фазы тока от фазы напряжения его называют отстающим коэффициентом мощности.

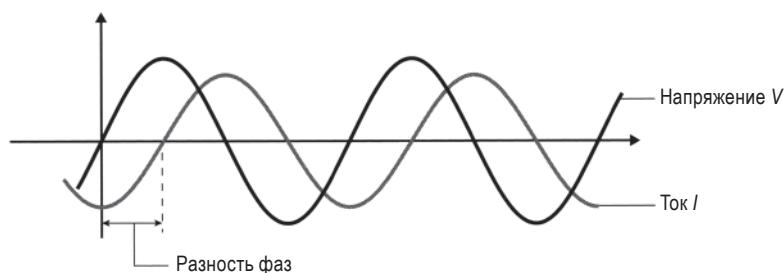


Рис. 4.3. Сдвиг фаз между напряжением и током

Когда напряжение и ток не совпадают по фазе, возникает реактивная мощность, которая только циркулирует между источником энергии и нагрузкой, не выполняя работу. В отличие от реактивной мощности, фактически использующаяся на выполнение работы мощность называется активной мощностью.



Рис. 4.4. Образование реактивной мощности

Когда на нагрузку подаётся питание, приходится обеспечивать не только активную мощность, но и реактивную. Если разница фаз тока и напряжения велика, то и реактивная мощность будет большой, соответственно, потребуется и большая ёмкость источника питания. При этом увеличивается и нагрузка на оборудование на стороне электроэнергетической компании. Поэтому электроэнергетические компании стимулируют потребителей электроэнергии с помощью льготных тарифов улучшать коэффициенты мощности.

Компенсацию отставания коэффициента мощности, происходящего из-за индуктивного реактанса нагрузки, осуществляют посредством фазосдвигающего конденсатора. Конденсаторы обладают ёмкостным реактивным сопротивлением, которое в противоположность индуктивному способствует опережению фазы тока. Таким образом, установив конденсатор, можно уменьшить отставание коэффициента мощности из-за индуктивного реактанса нагрузки.

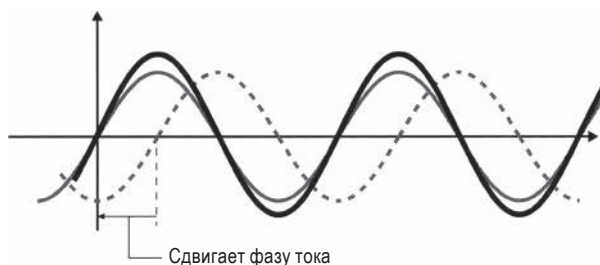


Рис. 4.5. Использование фазосдвигающего конденсатора

3.2. Реактивная мощность фазосдвигающего конденсатора

Реактивную мощность фазосдвигающего конденсатора можно рассчитать по приведённой ниже формуле, используя мощность оборудования нагрузки (активная мощность), текущий коэффициент мощности (до компенсации) и планируемый коэффициент мощности (после компенсации). Обычно коэффициент мощности после компенсации берут равным 95 %. Если взять его равным 100 %, то необходимая мощность конденсатора окажется чрезвычайно большой, что не выгодно экономически.

$$Q = P \left(\sqrt{\left(\frac{1}{\cos^2 \theta_1} - 1 \right)} - \sqrt{\left(\frac{1}{\cos^2 \theta_2} - 1 \right)} \right),$$

где Q – необходимая мощность конденсатора (квар)³; P – активная мощность (кВт); $\cos \theta_1$ – коэффициент мощности до компенсации; $\cos \theta_2$ – коэффициент мощности после компенсации.

³ Вар – единица измерения реактивной мощности.

Например:

- мощность оборудования нагрузки $P = 500$ кВт;
- коэффициент мощности до улучшения $\cos\theta_1 = 0,8$;
- коэффициент мощности после улучшения $\cos\theta_2 = 0,95$.

Тогда получим:

$$Q = 500 \text{ кВт} \times \left(\sqrt{\left(\frac{1}{0,8^2} - 1 \right)} - \sqrt{\left(\frac{1}{0,95^2} - 1 \right)} \right) = 210 \text{ квар.}$$

Так как мощность оборудования нагрузки равна 500 кВт, а коэффициент мощности – 0,8, то полная мощность будет равна:

$$\frac{500 \text{ кВт}}{0,8} = 625 \text{ квар.}$$

Реактивную мощность конденсатора можно считать примерно равной 1/3 от полной мощности. Поэтому обычно считают, что мощность конденсатора равна примерно 1/3 от полной мощности оборудования (или от мощности трансформатора).

3.3. Корректор нелинейности тока

При установке фазосдвигающего конденсатора последовательно с нагрузкой включают дроссель с большой индуктивностью. Если его не установить, то в конденсатор будет попадать гармонический ток, который может вызвать перегрев или возгорание конденсатора, что может привести к поломке и возгоранию оборудования.

Мощность такого корректора обычно составляет 6 % от мощности фазосдвигающего конденсатора, но если влияние гармоник велико, то это может быть и 8 % или 13 %.

3.4. Гармоники

Гармониками называются синусоидальные волны, частоты которых кратны основной частоте. В восточной Японии частота электрической сети равна 50 Гц, поэтому напряжение и ток с частотой, кратной 50 Гц, то есть 100, 150, 200, 250 Гц и т. д., будут являться гармониками.

Электрические лампочки и моторы электроинструментов могут использовать для питания переменный ток, но такие электронные устройства, как телевизор, радио или компьютер (устройства, работающие с использованием полупроводниковых компонентов, таких как транзисторы, IC, LSI и т. п.), используют постоянный ток и не могут работать на переменном токе. Поэтому переменный ток нужно преобразовать в постоянный. Так, в комплект к персональному компьютеру входит адаптер переменного тока – устройство, преобразующее переменный ток в постоянный.

Преобразование переменного тока в постоянный называется выпрямлением, а выполняющие это устройства – выпрямителями. Во время преобразования выпрямителем пере-

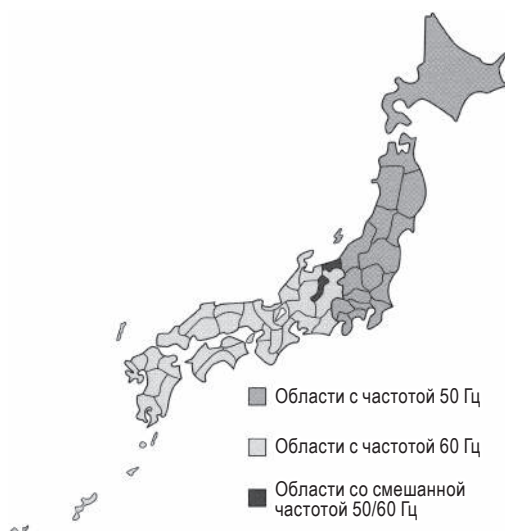


Рис. 4.6. Частота сети в Японии

менного тока в постоянный возникают гармоники. То есть выпрямитель является источником гармонического тока.

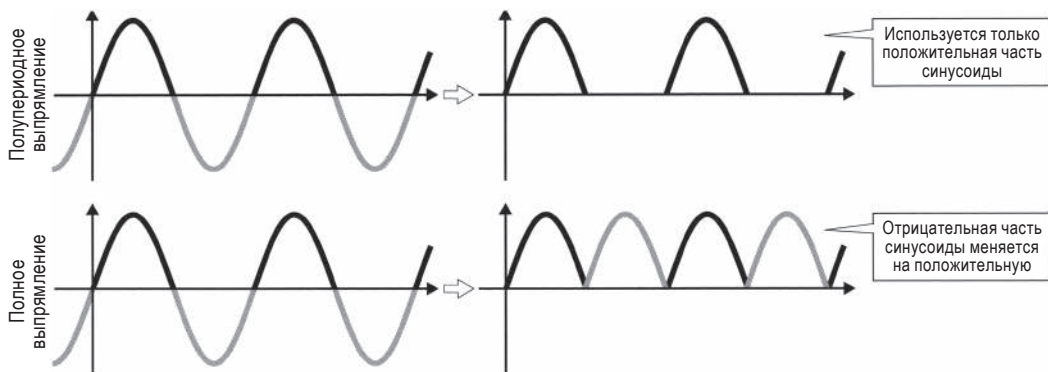


Рис. 4.7. Механизм выпрямления

Люминесцентные лампы также являются источником гармоник. Хотя они могут работать от источника переменного тока, но при их включении напряжение и ток контролируются с помощью устройства, называемого стабилизатором. В процессе чего и возникают гармоники.

Кроме того, источником возникновения гармоник является также инверторное управление в электроинструментах. Инвертор регулирует количество оборотов мотора, изменяя частоту источника питания. Для этого он преобразует (выпрямляет) переменный ток основной частоты в постоянный, а затем выдаёт переменный ток нужной частоты. В этом процессе и возникают гармоники, как и в случае с выпрямителем.

Создаваемые выпрямителями, люминесцентными лампами, инверторами и прочими устройствами гармоники (гармонические токи) направляются к источнику питания. Когда гармонические токи от разных устройств объединяются в сети электроэнергетической компании, то в электросети возникает большой гармонический ток, который может привести к ряду проблем.

Одной из проблем является перегрев фазосдвигающего конденсатора. Когда большое количество гармонического тока попадает в конденсатор, он может перегреться и перегореть.

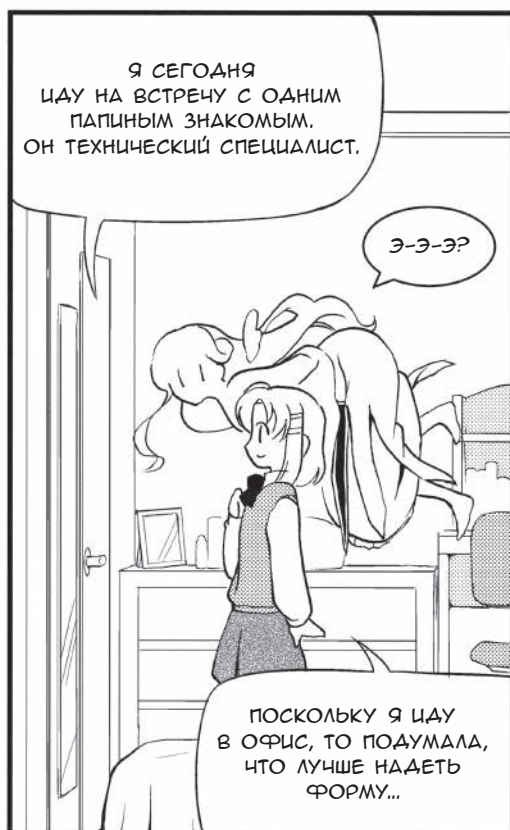
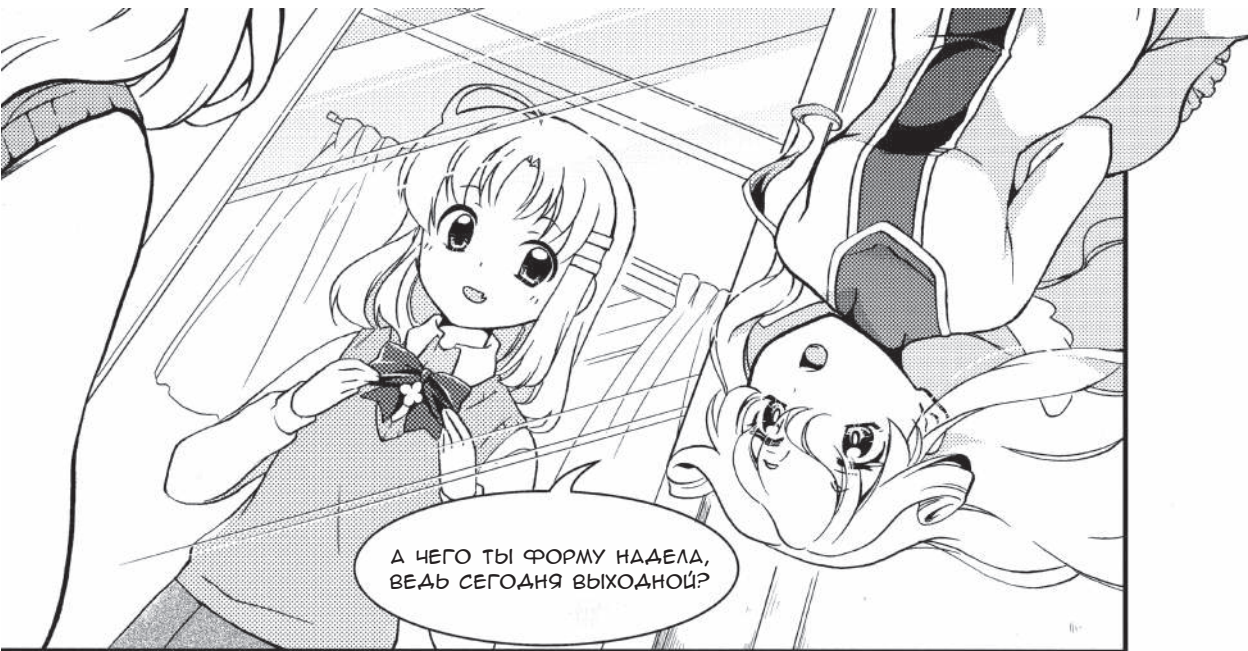
Для защиты конденсатора от перегрева вследствие гармоник используют корректор нелинейности тока. Если говорить упрощенно, то корректор – это электрическое устройство в виде катушки (дроссель), затрудняющее течение переменного тока.

Кроме того, гармоники вызывают сбои в работе электронных устройств и помехи в устройствах связи. Министерство экономики, торговли и промышленности для предотвращения различных проблем, вызываемых гармониками, разработало «Руководство по мерам защиты от гармоник». Это руководство призывает потребителей электроэнергии принимать меры по подавлению гармоник. Кроме того, в стандарте JIS C 61000-3-2 установлены предельно допустимые значения гармонических токов, возникающих в бытовой технике.

ГЛАВА 5

МОЗГИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГИЯ





Я ТАК РАДА, ЧТО МЫ С ПАПОЙ
КАК СЛЕДУЕТ ОБО ВСЁМ
ПОГОВОРИЛИ.

ПОСЛУШАВ
СПЕЦИАЛИСТОВ, Я ПОНЯЛА,
ЧТО НУЖНО СТАРАТЕЛЬНО
УЧИТЬСЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ
ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ СУМЕТЬ

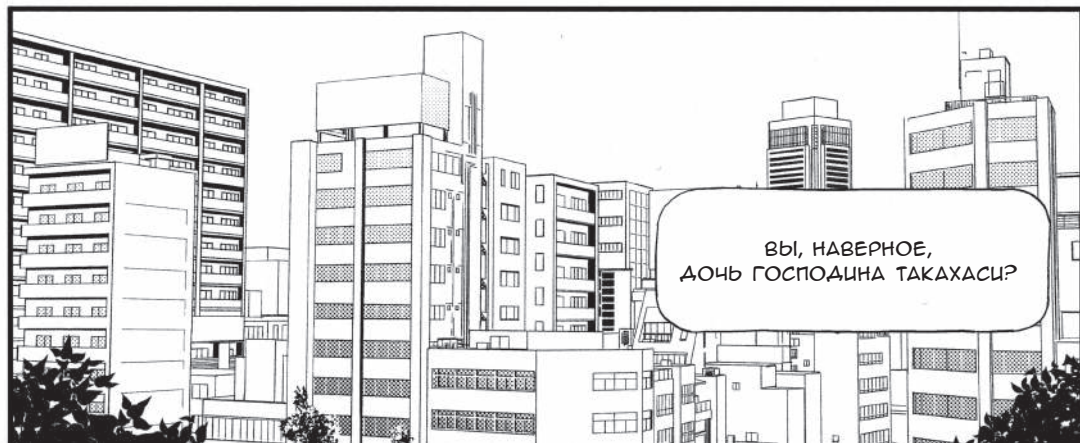
ВЫСКАЗАТЬ СВОЁ МНЕНИЕ
ТАК, ЧТОБЫ ТЕБЯ
СЛУШАЛИ.

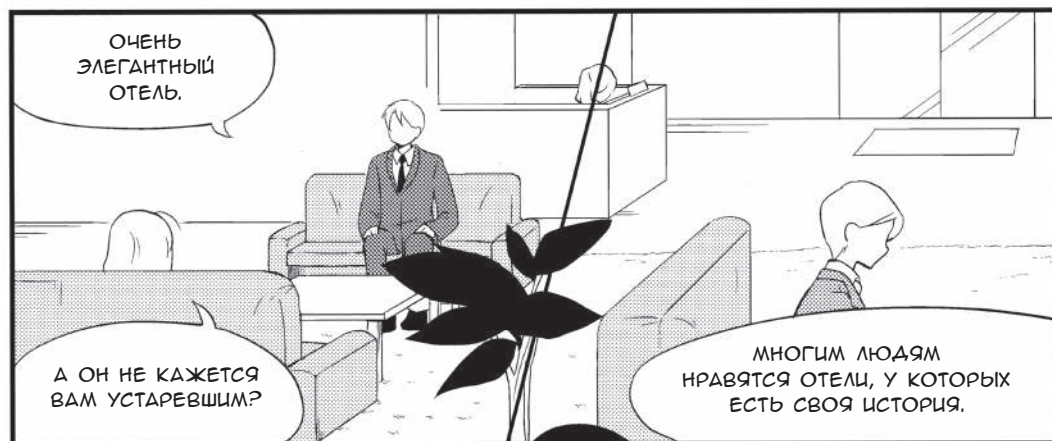
ЭТО ВСЁ БЛАГОДАРИЯ ВАМ,
ЦУКАСА.

Я ПОНЯЛА,
ЧТО НИ ЗАМОК,
НИ ЛЮСТРЫ
НЕ НУЖНЫ!

ТАК ЧТО НИКАКОГО
ЗАМКА НЕ БУДЕТ.

Я И БЕЗ НИХ СДЕЛАЮ
ПРЕКРАСНЫЙ ОТЕЛЬ!
НО МНЕ ЕЩЁ МНОГОМУ
НАДО НАУЧИТЬСЯ.



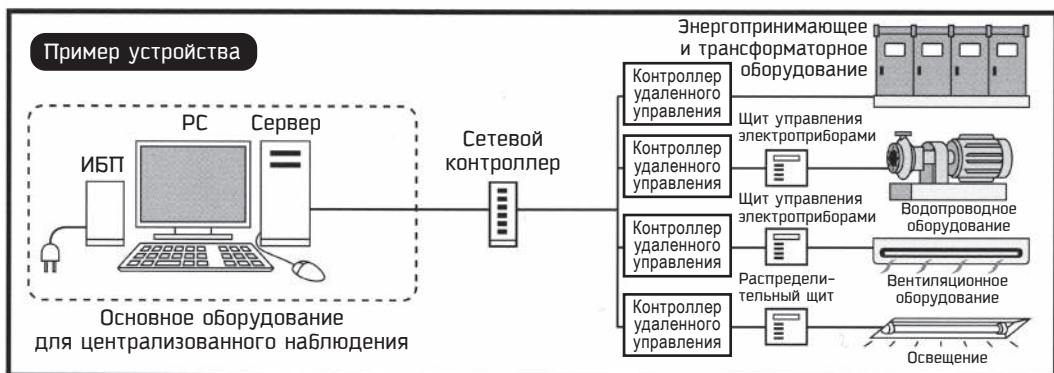


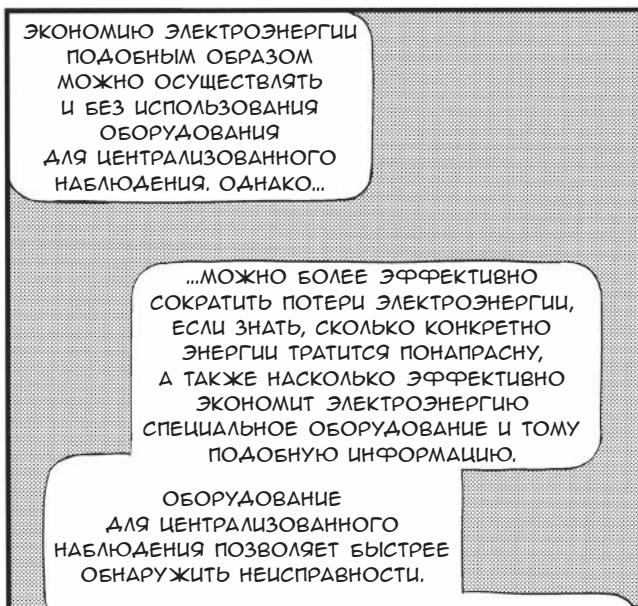


5.1

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО НАБЛЮДЕНИЯ





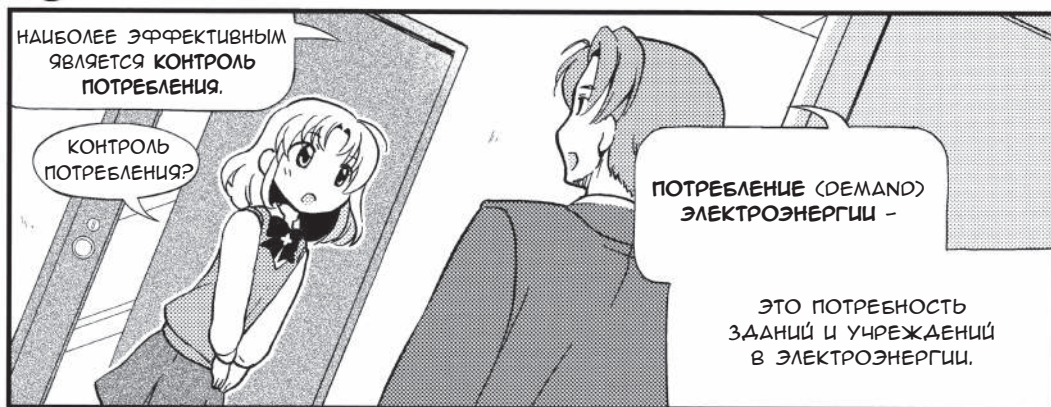


**Функции оборудования
для централизованного наблюдения**

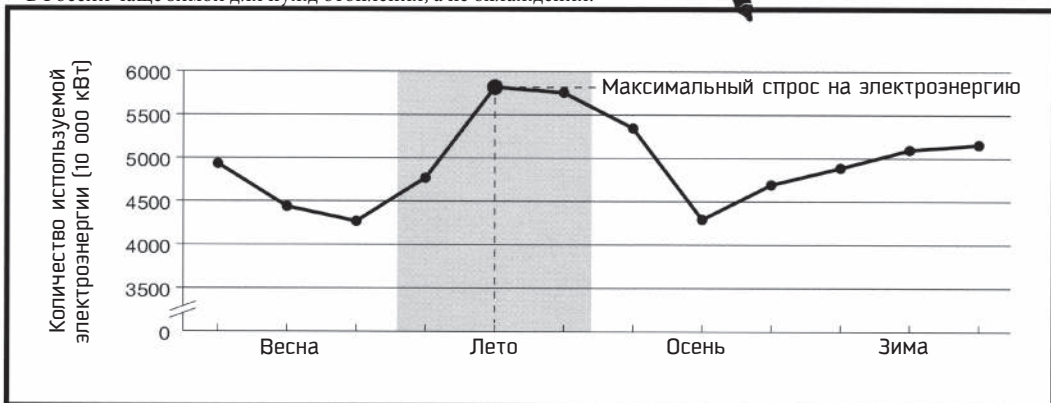
Основные функции	Пояснения
Отключение электроэнергии по расписанию	Регулирование работы вентиляционного и осветительного оборудования в соответствии с сезоном, временем дня и выходными
Ситуативное управление	Управление оборудованием по установленной схеме при возникновении особых ситуаций, например аварии
Восстановление после отключения электроэнергии	Восстановление по установленной схеме состояния оборудования к состоянию, которое было до отключения электроэнергии
Контроль расходов	Сбор данных по расходам на электричество, газ, воду и т. д.
Контроль потребления электроэнергии	Анализ использованной электроэнергии и подсчёт количества отключений оборудования из-за превышения потребления по контракту (см. стр. 161)
Контроль расходов у арендаторов	Расчёт ежемесячной суммы оплаты для каждого арендатора на основе количества потребляемой электроэнергии
Запись аварий	Хранение информации о неполадках и поломках оборудования

ТАКЖЕ ОНО МОЖЕТ ХРАНИТЬ ДАННЫЕ О ВСЕХ НЕИСПРАВНОСТЯХ, РЕМОНТНЫХ РАБОТАХ, А ЕЩЁ О СТОИМОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА, ГАЗА И ВОДЫ.

5.2 КОНТРОЛЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ



* В России чаще зимой для нужд отопления, а не охлаждения.



ПЛАТА ЗА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ
ДЕЛИТСЯ НА БАЗОВУЮ
И ПЛАТУ ЗА ФАКТИЧЕСКИ
ПОТРЕБЛЕННУЮ ЭНЕРГИЮ.

ЕСЛИ ГОВОРИТЬ ОБОБЩЕННО,
ТО ВО МНОГИХ СЛУЧАЯХ КАЖДАЯ ИЗ
ЭТИХ ЧАСТЕЙ СОСТАВЛЯЕТ ПРИМЕРНО
ПОЛОВИНУ ВСЕЙ СТОИМОСТИ.

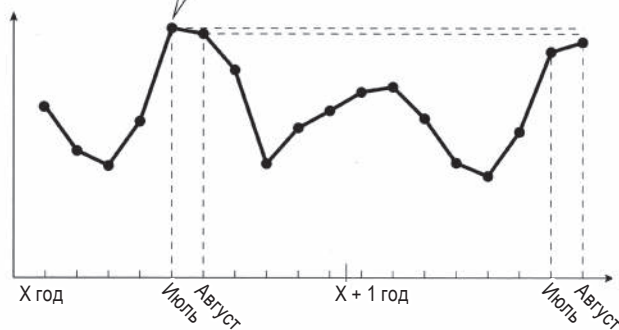
Плата за электроэнергию

**Базовая
стоимость**
(рассчитывается
исходя из мощности
по договору*)

**Стоимость
фактически
потребленной
электроэнергии** =
цена за единицу ×
использованное
количество

* В разных странах применяются различные формулы расчета стоимости.

Базовая мощность определяется, исходя из максимального значения спроса за месяц на электроэнергию в течение 12 прошедших месяцев, включая рассматриваемый. Например, если максимальный спрос на электроэнергию меняется в соответствии с графиком ниже, то за период с июля года X по июнь года X + 1 мощностью по договору станет максимальный спрос на электроэнергию в июле года X. Когда наступит июль года X + 1, то мощностью по договору станет максимальный спрос на электроэнергию в августе года X как самое большое значение за предыдущие 12 месяцев

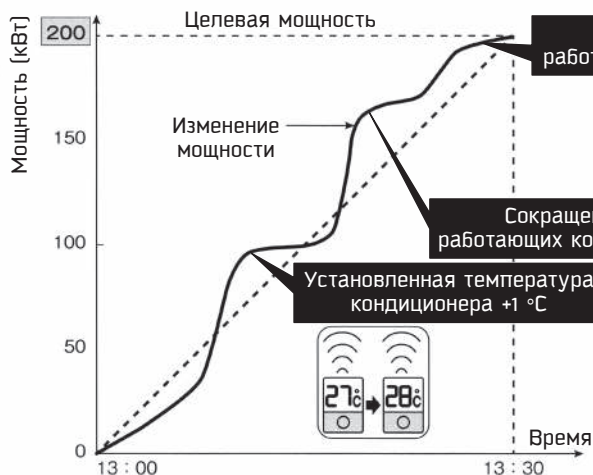
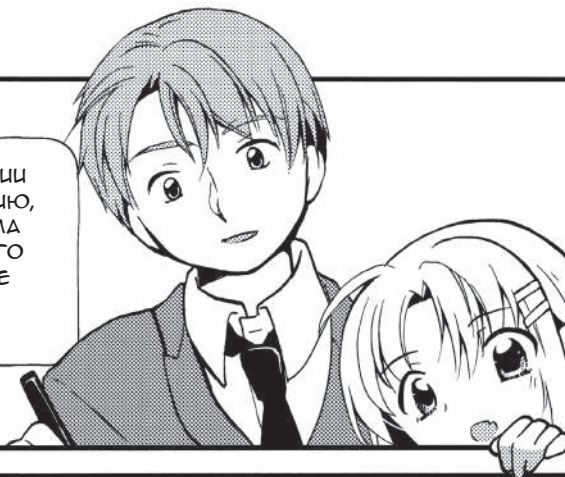


БАЗОВАЯ СТОИМОСТЬ
ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ
НА ОСНОВЕ
МАКСИМАЛЬНОГО
ПОТРЕБЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.
ТО ЕСТЬ ЕСЛИ
МАКСИМАЛЬНОЕ
ПОТРЕБЛЕНИЕ БУДЕТ
ДОСТИГНУТО...

БУДЕТ ДОСТИГНУТА
БАЗОВАЯ СТОИМОСТЬ, ДА?!

ПОЭТОМУ ПРИМЕНЯЮТ
КОНТРОЛЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ.

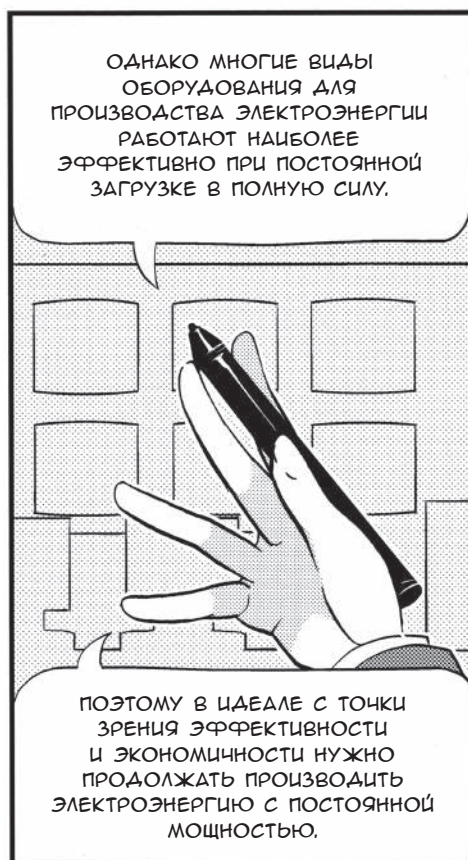
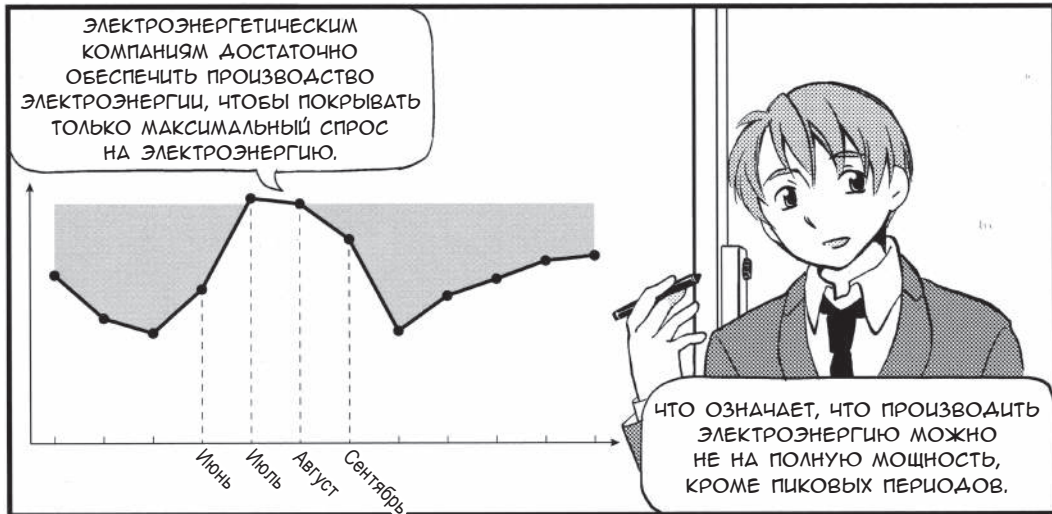
КОГДА ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
ПРИБЛИЖАЕТСЯ К ПИКОВОМУ ЗНАЧЕНИЮ,
ТО, ЧТОБЫ МОЩНОСТЬ НЕ ПРЕВЫСИЛА
УСТАНОВЛЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ, РАВНОГО
МОЩНОСТИ ПО ДОГОВОРУ, ЗАРАНЕЕ
ОТКЛЮЧАЮТ ПИТАНИЕ
НЕКОТОРЫХ УСТРОЙСТВ.



РАССМОТРИМ НА ПРИМЕРЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНДИЦИОНЕРОВ
ЛЕТО. ОБЫЧНО ОТКЛЮЧЕНИЕ
УСТРОЙСТВ ПРОИСХОДИТ
В 2-3 ЭТАПА. В ПРОЦЕССЕ
НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ИЗМЕНЕНИЕМ
МОЩНОСТИ ПОСТАПНО ОТКЛЮЧАЕТСЯ
ПИТАНИЕ РЯДА УСТРОЙСТВ.

КОНТРОЛЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЯВЛЯЕТСЯ
ОДНОЙ ИЗ ФУНКЦИЙ ОБОРУДОВАНИЯ
ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО НАБЛЮДЕНИЯ, НО ИНОГДА
ДЛЯ ЭТОГО УСТАНАВЛИВАЮТ ОТДЕЛЬНОЕ
УПРАВЛЯЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО.





НАПРИМЕР, БЫВАЮТ
ВОТ ТАКИЕ ВИДЫ ДОГОВОРОВ.

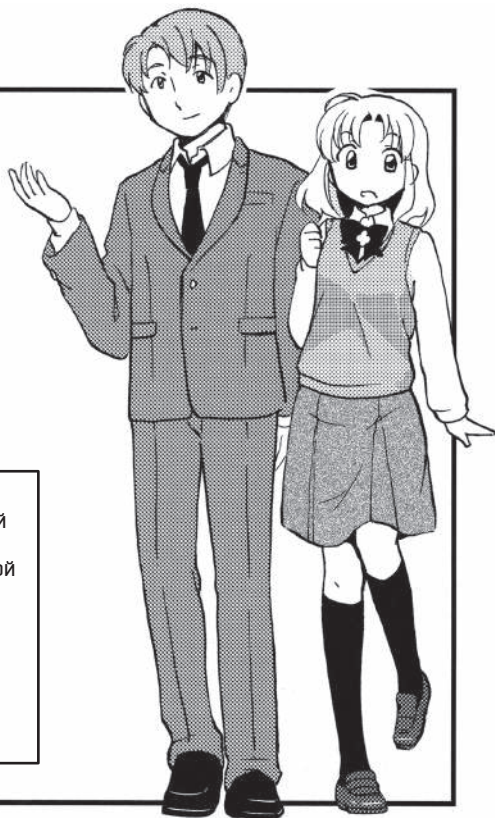
Договор об использовании электроэнергии ночью

Применяется, например, в частных домах для электрических водонагревателей накопительного типа, которые нагревают воду ночью, чтобы её можно было использовать на следующий день.

Договор с учётом сезона и времени суток¹

(пример договора с Токийской электроэнергетической компанией)

Стоимость электроэнергии устанавливается различной для лета и прочих сезонов, а также для времени пиковой нагрузки, для дневного и вечернего периодов. Максимальный тариф приходится на пиковые часы в летний сезон. Для предприятий, где спрос на электроэнергию высок в ночное время, а также для работающих ночью заводов тарифы на электроэнергию снижены.



МОЖНО ТАКЖЕ СОЗДАВАТЬ
И НАКАПЛИВАТЬ ТЕПЛО
ИЛИ ХОЛОД НОЧЬЮ,
А ЗАТЕМ ИСПОЛЬЗОВАТЬ
ДЛЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ.

Летом -> для охлаждения
воды и льда
Зимой -> для нагрева воды

Ночью нагревается
или охлаждается, хранится
в водяном баке, днём
используется для охлаждения
или нагрева помещения

Аккумулирующая
ёмкость

Требуется большой водяной бак

Днём тепло внутри водяного бака
используется для кондиционирования



ЕСЛИ ЛЕТОМ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ
ПРИМЕНЯТЬ ВМЕСТО ХОЛОДНОЙ
ВОДЫ ЛЁД, ТО МОЖНО
ИСПОЛЬЗОВАТЬ БОЛЕЕ
КОМПАКТНЫЙ ВОДЯНОЙ БАК.

¹ Детали договоров отличаются в зависимости от каждой электроэнергетической компании и страны (здесь приведён пример от Токийской электроэнергетической компании на апрель 2016 года).



5.3 КОГЕНЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА



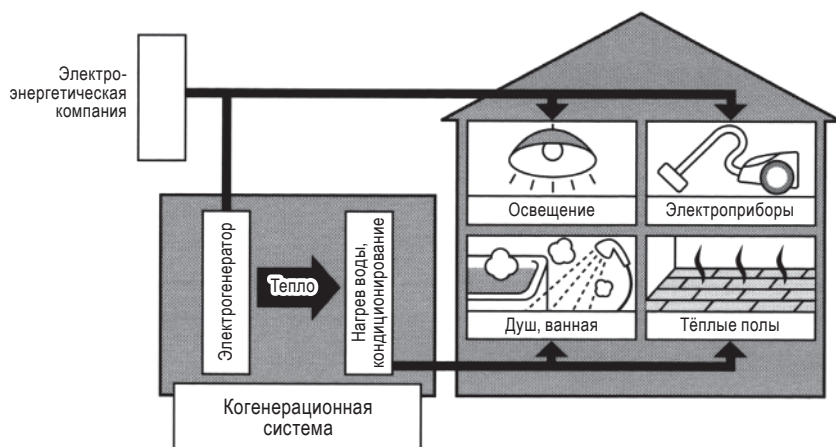
Вы когда-нибудь слышали о когенерационных системах?



Ко-когене?.. Простите, нет...



Всё в порядке. Когенерационная система – это система одновременного производства и использования электричества и тепла. Например, в частном доме электрогенератор производит электричество, при этом выделяется тепло, которое используется для кондиционирования или для нагрева воды. Если образующееся при выработке электроэнергии тепло не выбрасывать в атмосферу, а использовать для кондиционирования или горячего водоснабжения, это будет эффективным использованием энергии.



Если так нагревать воду в ванной, то можно и на газе сэкономить, да?



Это тоже очень возможно. Чтобы электричество, производимое электрогенератором в частном доме, покрывало все потребности домохозяйства, потребуется большой генератор, что не экономично. Поэтому обычно используют и энергию от электроэнергетических компаний, объединяя мощности обеих систем. Это называется объединением энергетических систем.



Если производимая электрогенератором частного дома электроэнергия будет превышать внутренние потребности, то избыточная электроэнергия будет передаваться в распределительную сеть электроэнергетической компании. Мощность, производимая частным электрогенератором и поступающая в распределительную сеть электроэнергетической компании, называется обратным потоком электроэнергии. В таком случае частный электрогенератор выполняет те же функции, что и электростанция электроэнергетической компании.



Как здорово! Но разве это не опасно, когда ток течёт обратно в распределительную сеть?



Да, при обратном потоке электроэнергии существует опасность изменения напряжения и частоты в распределительной сети электроэнергетической компании. Поэтому в обычных системах когенерации ограничено количество производимой электроэнергии, чтобы не допустить обратного потока. Кроме того, если со стороны электроэнергетической компании происходит отключение электричества, то и частный электрогенератор будет автоматически остановлен, чтобы во время отключения электроэнергии ток не потёк в распределительную сеть.



Но это же не разумно!



Так как это частный электрогенератор, его часто используют, когда происходит централизованное отключение электроэнергии. Это называется независимой работой. При независимой работе, как и в случае с аварийным электрогенератором, во время централизованного отключения электроэнергии ограничивается количество работающего оборудования и принимаются меры для предотвращения обратного течения тока, например срабатывает автоматический выключатель в месте поступления тока.



Кроме того, при объединении энергетических систем с использованием частного электрогенератора уменьшается количество покупаемой энергии у электроэнергетической компании, и затраты на электроэнергию снижаются. Особенно если вы используете электрогенератор во время пикового спроса летом, то, снизив количество энергии, покупаемой у электроэнергетической компании в это время, вы снизите мощность по договору и можете рассчитывать на снижение годовой базовой стоимости.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ И ЭНЕРГИИ ВЕТРА

ЧАСТНЫЕ КОГЕНЕРАЦИОННЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ ИСПОЛЬЗУЮТ ТЕПЛО.

А ЕЩЁ ЕСТЬ СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРЫ, КОТОРЫЕ ПРОИЗВОДЯТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ, ИСПОЛЬЗУЯ СОЛНЕЧНЫЙ СВЕТ.

СОЛНЕЧНЫЕ ПАНЕЛИ ОБЫЧНО УСТАНАВЛИВАЮТСЯ ПОД ОТКРЫТЫМ НЕБОМ ГДЕ-НИБУДЬ НА ВОЗВЫШЕНИИ, НАПРИМЕР НА КРЫШЕ ПАРКОВКИ.

Пример системы производства электроэнергии с помощью солнца

(см. стр. 175)

Солнечные панели: преобразуют солнечный свет в электроэнергию

Внутренний распределительный щит

Соединительная коробка: аккумулирует электроэнергию от каждой панели

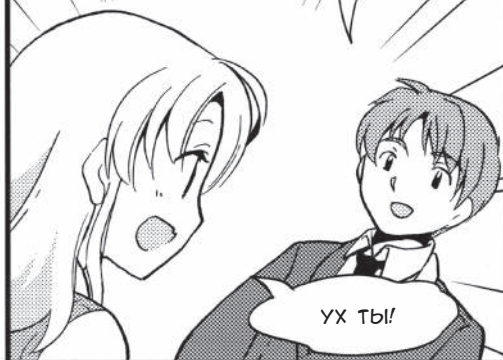
Счётчик электроэнергии: учитывает выработку электроэнергии. При возникновении излишков они продаются энергокомпаниям

Инвертор: преобразует получаемый от солнечных батарей постоянный ток в переменный

Монитор: наблюдение за системой производства электроэнергии

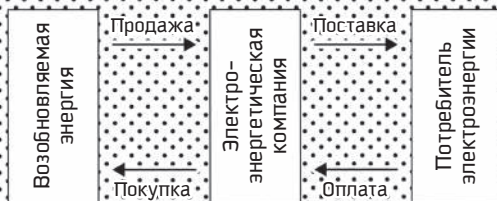
КАК И КОГЕНЕРАЦИОННЫЕ, ТАКИЕ СИСТЕМЫ МОГУТ БЫТЬ С ОБРАТНЫМ ТЕЧЕНИЕМ ТОКА И БЕЗ НЕГО. В ЧАСТНЫХ ДОМАХ, КАК ПРАВИЛО, ЭТО ВСЁ-ТАКИ СИСТЕМЫ С ОБРАТНЫМ ПОТОКОМ.

СУЩЕСТВУЕТ ТАКЖЕ СИСТЕМА ПРОДАЖИ ПРОИЗВЕДЁННОЙ ЧАСТНЫМИ ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ, НО НЕ ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ*.



* В России не применимо.

Система купли-продажи по фиксированной цене²



ЭТУ СИСТЕМУ ВНЕДРИЛО ГОСУДАРСТВО, ЧТОБЫ СПОСОБСТВОВАТЬ ПРОИЗВОДСТВУ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ.

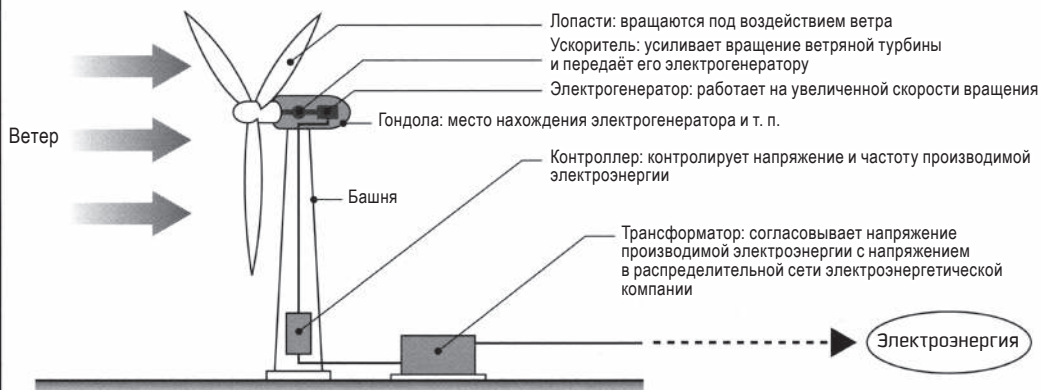
ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГИЯ?



ЭНЕРГИЯ, КОТОРАЯ МОЖЕТ БЫТЬ ВОССТАНОВЛЕНА В ОТНОСИТЕЛЬНО КОРОТКИЙ ПРОМЕЖУТОК ВРЕМЕНИ И КОТОРАЯ НЕ ПРИВОДИТ К ИСТОЩЕНИЮ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ. СЮДА ЖЕ ОТНОСИТСЯ ЭНЕРГИЯ ВЕТРА.

Пример производства электроэнергии с помощью ветра

(см. стр. 175)



² Получившая своё начало в июле 2017 г. система, обязывающая электроэнергетические компании закупать электроэнергию, произведенную с использованием возобновляемых источников энергии, по фиксированной цене, установленной государством на определённый период времени. Цена покупки ежегодно пересматривается.

БОЛЬШАЯ ЧАСТЬ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЯПОНИИ
ПРОИЗВОДИТСЯ ТЕПЛОВЫМИ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ.



Состав производимой
электроэнергии³

СОВРЕМЕННЫЕ РАСЧЁТЫ ПОКАЗЫВАЮТ,
ЧТО МИРОВЫЕ ЗАПАСЫ НЕФТИ И ПРИРОДНОГО ГАЗА
ИСЧЕРПАЮТСЯ ПРИМЕРНО ЧЕРЕЗ 50-60 ЛЕТ,
А ЗАПАСЫ КАМЕННОГО УГЛЯ - ПРИМЕРНО
ЧЕРЕЗ 100 ЛЕТ⁴.



ТАК БЫСТРО
ВСЁ ИСЧЕЗНЕТ?..

ПОТОМУ ЧТО НАЧИНАЯ СО ВТОРОЙ
ПОЛОВИНЫ XVIII ВЕКА ВСЛЕДСТВИЕ
ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ
ЧЕЛОВЕЧЕСТВО ПОСТОЯННО
В ОГРОМНЫХ КОЛИЧЕСТВАХ
ИСПОЛЬЗУЕТ ИСКОПАЕМОЕ
ТОПЛИВО...

ИСКОПАЕМОЕ
ТОПЛИВО?!



К НЕМУ ОТНОСЯТСЯ НЕФТЬ, КАМЕННЫЙ
УГОЛЬ, ПРИРОДНЫЙ ГАЗ И ДРУГИЕ МИНЕРАЛЫ
И ВЕЩЕСТВА, ОБРАЗОВАВШИЕСЯ БОЛЕЕ
100 МИЛЛИОНОВ ЛЕТ НАЗАД ИЗ ОСТАНКОВ
ЖИВОТНЫХ И РАСТЕНИЙ, КОТОРЫЕ
НА ПРОТЯЖЕНИИ ДОЛГОГО ВРЕМЕНИ
НАКАПЛИВАЛИСЬ В ЗЕМЛЕ
И ТРАНСФОРМИРОВАЛИСЬ
ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ
ТЕМПЕРАТУР И ДАВЛЕНИЯ.

ДЛЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ФОРМИРОВАНИЯ
ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА ТРЕБУЕТСЯ
НЕСКОЛЬКО ДЕСЯТКОВ МИЛЛИОНОВ ЛЕТ.

ОДНАЖДЫ
ИСПОЛЬЗОВАННОЕ, ОНО
НЕ МОЖЕТ БЫТЬ БЫСТРО
ВОЗОБНОВЛЕНО.



ТАК ВОТ ПОЧЕМУ
НАЧАЛИ ИСПОЛЬЗОВАТЬ
ВОЗОБНОВЛЯЕМУЮ ЭНЕРГИЮ!

³ Данные 2013 года. Взято из книги Агентства природных ресурсов и энергетики.

⁴ Данные на апрель 2016 года.

ВОЗОБНОВЛЯЕМУЮ ЭНЕРГИЮ, ВЫРАБАТЫВАЕМУЮ, НАПРИМЕР, СОЛНЕЧНЫМИ ИЛИ ВЕТРЯНЫМИ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРАМИ,

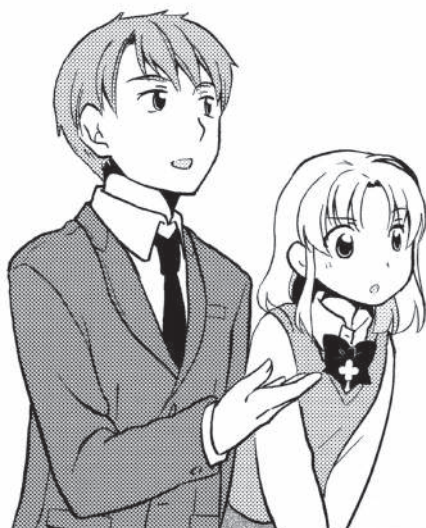
НАЗЫВАЮТ ТАКЖЕ НОВОЙ, ЕЁ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СНИЖАЕТ ВЫБРОСЫ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ И ВНОСИТ ВКЛАД В ДИВЕРСИФИКАЦИЮ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.



В "ЗАКОНЕ О СПЕЦИАЛЬНЫХ МЕРАХ ПО ПРОДВИЖЕНИЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВОЙ ЭНЕРГИИ" (ЗАКОН О НОВОЙ ЭНЕРГИИ)⁵ УКАЗАНО 10 ВИДОВ НОВОЙ ЭНЕРГИИ.

Новая энергия

Технически уже переходит в стадию практического использования, но пока недостаточно популярна из-за экономических ограничений, необходима для замещения ископаемого топлива.



Возобновляемая энергия

Крупномасштабная гидроэлектростанция, энергия океана

Новая энергия

Производство электроэнергии

Производство солнечной электроэнергии
Производство ветровой электроэнергии
Производство электроэнергии из биомассы
Малая гидро-электростанция
Геотермальная электроэнергия

Использование тепла

Использование солнечного тепла
Использование разницы температур
Использование тепла биомассы
Использование энергии снега и льда

Производство топлива из биомассы

⁵ Издан в 1997 году для ускорения продвижения новых видов энергии.



5.5 ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ПРОВЕРКИ



ЛЮБАЯ ВЕЩЬ
ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ
ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОРТИТСЯ
И ЛОМАЕТСЯ.



ЭТО КАСАЕТСЯ
И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ,
ПОЭТОМУ ЕГО НУЖНО
ПЕРИОДИЧЕСКИ ПРОВЕРЯТЬ
И РЕМОНТИРОВАТЬ.

ПОНИМАЮ.



ПРОВЕРКА ОБОРУДОВАНИЯ ДО
ВОЗНИКНОВЕНИЯ КАКОЙ-ЛИБО ПОЛОМКИ
И ЕГО ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
НАЗЫВАЮТСЯ **ПРОФИЛАКТИЧЕСКИМ
ОБСЛУЖИВАНИЕМ**.

СЧИТАЕТСЯ, ЧТО ТАКИМ ОБРАЗОМ МОЖНО
ПРЕДОТВРАТИТЬ РЯД АВАРИЙ И ПРОБЛЕМ,
А ТАКЖЕ ПРОДЛИТЬ СРОК СЛУЖБЫ
ОБОРУДОВАНИЯ.



ЕСЛИ ЖЕ РЕМОНТНЫЕ РАБОТЫ
ПРОИЗВОДЯТСЯ ПОСЛЕ ПОЛОМКИ,
ЭТО НАЗЫВАЕТСЯ **ГАРАНТИЙНЫМ
ОБСЛУЖИВАНИЕМ**.

ЧАСТО МОЖНО СЛЫШАТЬ ТАКОЕ МНЕНИЕ,
ЧТО "НЕ ЛУЧШЕ ЛИ РЕМОНТИРОВАТЬ ТОЛЬКО
ТОГДА, КОГДА ВОЗНИКЛА ПРОБЛЕМА?".

В САМОМ ДЕЛЕ, ВОЗМОЖНО, В НЕКОТОРЫХ
СЛУЧАЯХ ДОСТАТОЧНО ОСУЩЕСТВЛЯТЬ ТОЛЬКО
РЕМОНТ ПОСТФАКТУМ...



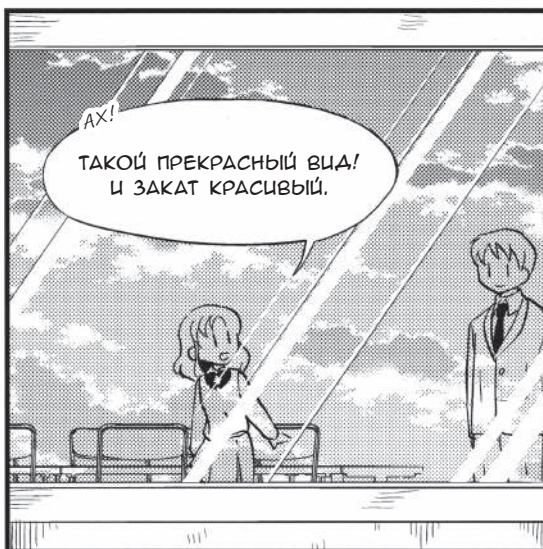
НО ВЕДЬ ИЗ-ЗА ПРОБЛЕМ
С ОБОРУДОВАНИЕМ МОЖЕТ
ОТКЛЮЧИТЬСЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ,
ЧТО ПРИВЕДЕТ К БОЛЬШИМ ПРОБЛЕМАМ,
НЕ ТАК ЛИ?

СОВЕРШЕННО
ВЕРНО.



АХ!

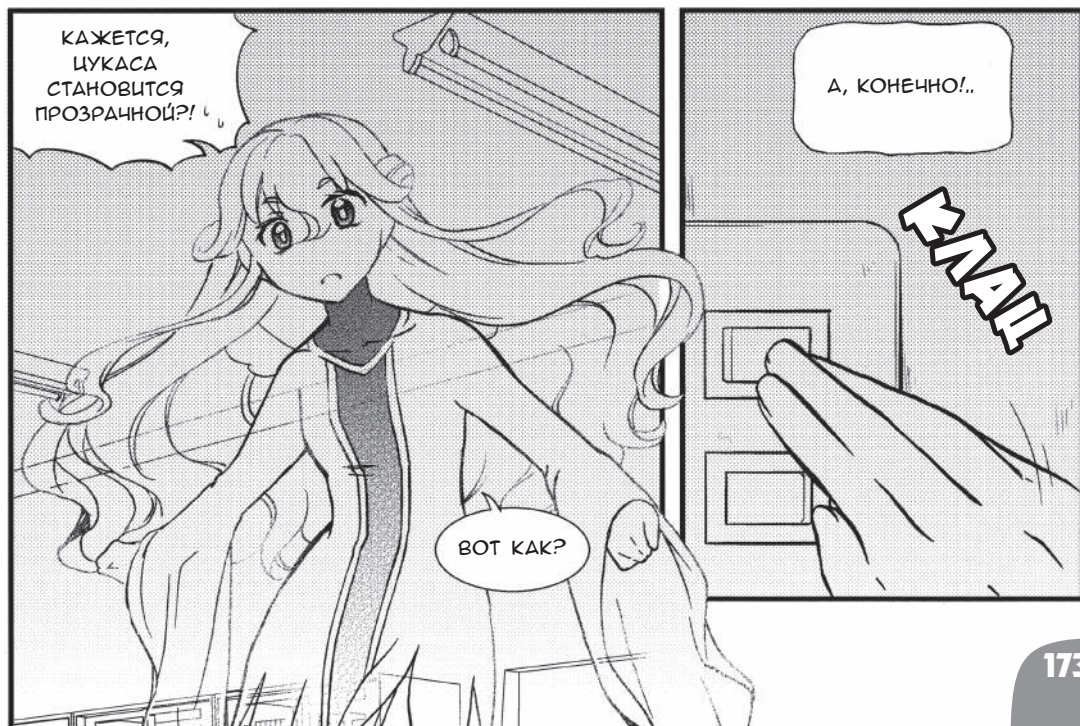
ТАКОЙ ПРЕКРАСНЫЙ ВИД!
И ЗАКАТ КРАСИВЫЙ.

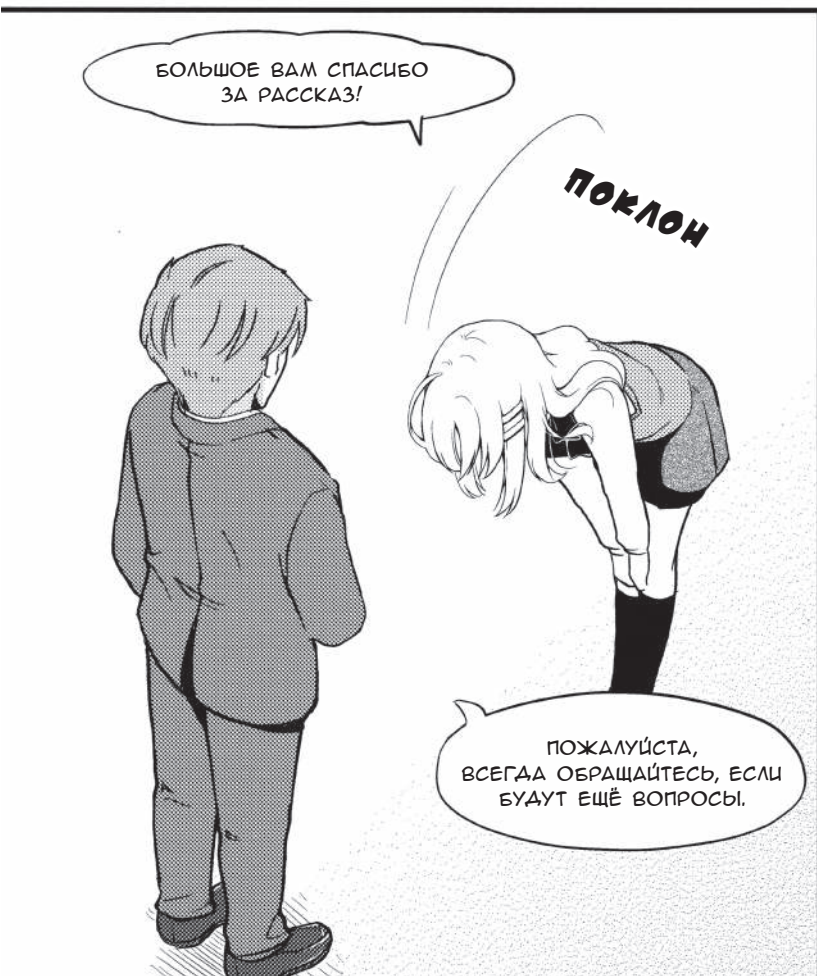


ОТКЛЮЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ МОЖЕТ ОКАЗАТЬСЯ
ОЧЕНЬ БОЛЬШОЙ ПРОБЛЕМОЙ: ОСТАНОВИТСЯ
ПРОИЗВОДСТВО НА ЗАВОДАХ, В БОЛЬНИЦАХ
НЕВОЗМОЖНО БУДЕТ ПРОВОДИТЬ ОБСЛЕДОВАНИЯ
И ОПЕРАЦИИ...

А УТЕЧКА ЭЛЕКТРИЧЕСТВА МОЖЕТ ВЫЗВАТЬ,
НАПРИМЕР, ВОЗГОРАНИЕ. ТАКИМ ОБРАЗОМ,
ВЕРОЯТЕН ОЧЕНЬ БОЛЬШОЙ УЩЕРБ, ПОЭТОМУ
ЖЕЛАТЕЛЬНО ТЩАТЕЛЬНО ПОДХОДИТЬ
К ПРОФИЛАКТИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ.







ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

❶ Возобновляемая энергия

1.1. Особенности солнечной энергетики

Установка оборудования, использующего солнечную энергию, возможна в любом месте, куда попадает солнечный свет. После установки оборудования производство энергии может продолжаться автоматически. Кроме того, в такой установке немного движущихся механических частей, поэтому по сравнению с производством электроэнергии посредством сжигания топлива или гидроэлектроэнергетикой солнечная энергетика имеет преимущество в более простом техническом обслуживании. Более того, оборудование, преобразующее солнечную энергию, устанавливается на крышах или стенах зданий, что позволяет задействовать неиспользуемые обычно пространства. Однако так как количество производимой электроэнергии зависит от климата и количества солнца в месте установки, то такой источник энергии не является стабильным.

1.2. Особенности ветроэнергетики

Расходы на производство электроэнергии с помощью ветра являются относительно низкими по сравнению с другими видами электроэнергии, производимой возобновляемыми источниками. С недавних пор не только традиционные электроэнергетические компании, но и независимые производители электроэнергии (IPP) также способствуют внедрению ветроэнергетики в коммерческих целях. Однако в Японии, где много тайфунов, которые способны повредить и повалить ветряное оборудование, при установке ветрогенераторов необходимо принимать меры по укреплению ветряных установок. Ветрогенераторы могут производить электроэнергию даже ночью, был бы ветер. Но производство энергии, использующее ветер, как и энергию солнца, не является стабильным.

1.3. Особенности производства энергии с использованием биомассы

Биомасса – это общий термин, означающий биологические ресурсы, образованные совокупностью всех животных и растений. Производство электроэнергии из биомассы осуществляется посредством сжигания биологических ресурсов, в качестве топлива используются отходы производств, такие как экскременты домашнего скота, рисовая солома и остатки древесины. Это ведет к повторному использованию и сокращению отходов, что в значительной степени способствует построению общества, ориентированного на переработку. Однако ресурсы для такого производства распределены по большой территории, что ведет к увеличению стоимости на их сбор и транспортировку. Поэтому они, как правило, остаются небольшими.

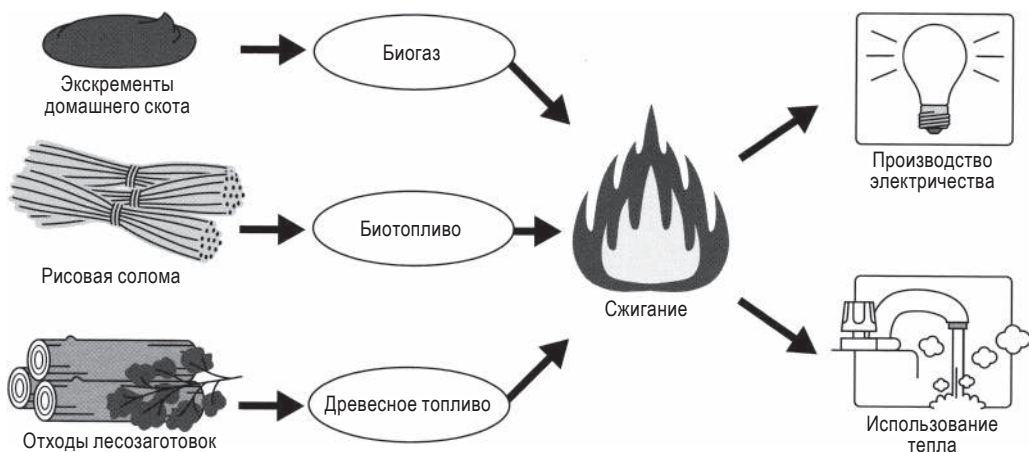


Рис. 5.1. Производство энергии из биомассы

1.4. Особенности производства энергии гидроэлектростанциями малого и среднего масштаба

Наряду с тепловой, гидроэлектроэнергия используется в Японии с давних пор. В отличие от тепловой энергии, которая зависит от импорта ископаемых видов топлива, гидроэлектроэнергия – это вид возобновляемой экологически чистой энергии, не зависящий от других стран. Однако возведение новой крупной гидроэлектростанции требует крупномасштабного многолетнего строительства, связанного, например, с сооружением плотины. Кроме того, количество мест, пригодных для таких электростанций, ограничено. С другой стороны, малые и средние гидроэлектростанции проточного типа используют реки и оросительные каналы в том виде, в каком они есть, и поэтому не требуют сооружения массивных плотин и т. п. Применение неиспользуемых водных ресурсов считается эффективным с точки зрения безопасности окружающей среды. Однако необходимо исследовать, какое влияние на экосистему рыб и животных окажет сооружение таких гидроэлектростанций, а также согласовать использование водных ресурсов с рыболовными хозяйствами.



Рис. 5.2. Производство энергии гидроэлектростанцией малого или среднего масштаба

1.5. Особенности геотермальной энергетики

Поскольку Япония расположена в вулканическом поясе, использование геотермальной энергии уже давно находится в центре внимания. В отличие от ископаемого топлива, геотермальная энергия не иссякает, и поэтому она может служить стабильным источником в течение длительного периода времени. Кроме того, в отличие от солнечной энергии и энергии ветра,

геотермальная энергия не зависит от климата и погоды. Однако многие места, которые могли бы служить источниками геотермальной энергии, частично совпадают с курортами на горячих источниках, поэтому в большинстве случаев возведение геотермальных электростанций приходится согласовывать со всеми заинтересованными сторонами.

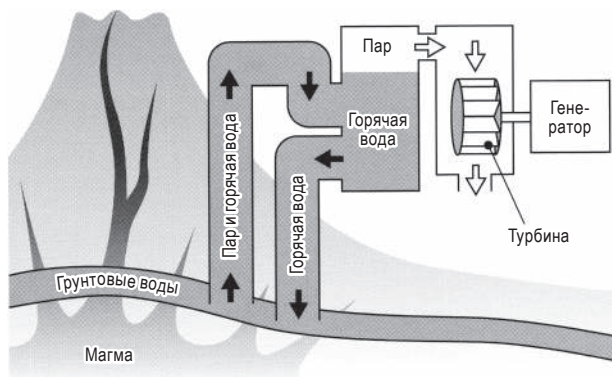


Рис. 5.3. Производство геотермальной энергии

❷ Периодические проверки электрооборудования

2.1. Периодические проверки электрооборудования для приёма и распределения электроэнергии

В соответствии с Законом об электроэнергетике в Японии для зданий и сооружений, которые получают электричество высокого или сверхвысокого напряжения, установщик добровольно определяет систему безопасности для электрического оборудования и назначает главного инженера-электрика с соответствующими специальными знаниями. Под руководством главного инженера-электрика должны осуществляться регулярные проверки электрооборудования. Однако добровольность не означает отсутствие стандартов и ограничений. Коммерческая организация должна заранее уведомить Министерство экономики, торговли и промышленности о принятых правилах безопасности, определяющих систему безопасности и устанавливающих периодичность проверок. Хотя меры безопасности и являются добровольными, они должны соответствовать определённым стандартам.

Кроме стандартных инспекций, обычно бывают также ежемесячные и ежегодные проверки электрооборудования.

Во время ежемесячных проверок обычно совершают визуальный осмотр оборудования и электропроводки, а также делают замеры силы тока и напряжения. При такой проверке смотрят, нет ли повреждений, загрязнений, странных звуков или запахов, повышения температуры, а также проверяют монтаж оборудования и соблюдения безопасного расстояния между разными видами оборудования.

Ежегодные проверки проводят в условиях полного обесточивания зданий и сооружений. Проверяют сопротивление изоляции оборудования и электропроводки, сопротивление заземлителей, работу защитных реле и т. д.

Таблица 5.1. Пример элементов периодических проверок

Элемент Объект	Стандартная инспекция			Периодическая инспекция		
	№	Периодичность	Пункт проверки	№	Периодичность	Пункт проверки
Энергопринимающее электрооборудование	I	1 Раз в неделю	Перегрев контактов, изменение цвета, расшатывание	1	Раз в год	Перегрев контактов, расшатывание, рабочее состояние
		2 Раз в неделю	Загрязнения, налипание посторонних предметов	2	Раз в год	Состояние клемм
	II	1 Раз в неделю	Внешний вид, загрязнение, протечка масла, трещины, перегрев, повреждения	1	Раз в год	Повреждения, ржавчина, перегрев, количество масла, изменение формы, расшатывание во всех частях оборудования
		2 Раз в неделю	Показатели	2	Раз в год	Рабочее состояние, механизмы
		3 Раз в неделю	Прочие важные пункты	3	Раз в год	Состояние подключенных устройств
				4	Раз в год	Масляные загрязнения, специальные проверки по необходимости
	III	1 Раз в неделю	Внешний вид	1	Раз в год	Высота шинпровода, провисания, расстояние от других предметов, коррозия, повреждения, перегрев
				2	Раз в год	Соединительные части, коррозия зажимов, повреждения, перегрев, расшатывание
				3	Раз в год	Изоляция, коррозия поддерживающих элементов, повреждения, изменение формы, расшатывание
	IV	1 Раз в неделю	Проверка внешнего вида, протечка масла, загрязнения, вибрация, звук, температура	1	Раз в год	Повреждения, коррозия, ржавчина, расшатывание, загрязнения, количество масла во всех частях оборудования
				2	Раз в год	Подключение заземляющего провода
	V	1 Раз в неделю	Внешние повреждения, коррозия, ржавчина, изменение формы, загрязнения, температура, звук, изменение предохранителя и прочие важные параметры	1	Раз в год	Повреждения, коррозия, контакты, ржавчина, расшатывание, изменение формы, трещины, загрязнения, изменение предохранителя, соединение заземляющего провода во всех частях оборудования
	VI	1 Раз в неделю	Внешние повреждения, трещины, расшатывание, загрязнения	1	Раз в год	Внешние повреждения, трещины, расшатывание, загрязнения, соединение заземляющего провода
Распределительное электрооборудование	VII	1 Раз в неделю	Неисправность счётчика, неисправность индикаторов	1	Раз в год	Запылённость с обратной стороны, загрязнения, повреждения, перегрев, расшатывание, разъединение
		2 Раз в неделю	Функциональность, неисправность переключателей, прочие важные параметры	2	Раз в год	Соединение заземляющего провода
	VIII	1 Раз в неделю	Проверка внешнего вида, протечки масла, загрязнений, звука, вибрации	1	Раз в год	Повреждения, коррозия во всех частях оборудования
	IX	1 Раз в неделю	Уровень жидкости, оттенок осадка, искривление электродной пластины, изолирующая пластина, расшатывание клемм, повреждения	1	Раз в год	Коррозия и повреждения подставок и изоляторов, отслоение краски
		2 Раз в день	Напряжение батареи, измерение температуры	2	Раз в год	Повреждения от коррозии на поверхности пола
	X	1 Раз в неделю	Высота проводов и прочие параметры прокладки, расстояние от деревьев	3	Раз в год	Рабочее состояние зарядного устройства
		2 Раз в неделю	Маркировка, защищённость	1	Раз в год	Повреждения и коррозия электрических столбов, линейных изоляторов, защитных сетей и т. д.
	XI	1 Раз в неделю	Повреждения, коррозия и перегрев головок кабелей, контактов распределительных коробок	2	Раз в год	Условия прокладки проводов
		2 Раз в неделю	Несанкционированное выкалывание кабелей	1	Раз в год	Коррозия кабелей, повреждения и трещины
		3 Раз в неделю	Маркировка, расстояние до других объектов			
Электрооборудование нагрузки	XII	1 Раз в день	Обратить внимание на звук, вращение, перегрев, странный запах, наполнение топливом	1	Раз в 3 месяца	Звуки, вибрация, температура
		2 Раз в неделю	Коммутатор, щётки	2	Раз в год	Загрязнение, расшатанность, повреждения и прочие странности для каждой части оборудования
	XIII	1 Раз в день	Странный звук, загрязнения	1	Раз в год	Уровень освещённости, загрязнения, повреждения, звук, температура, протечка масла
	XIV	1 Раз в неделю	Проверка выключателей, обратить внимание на влажность, запылённость и т. д.	1	Раз в год	Выключатели, контакты

I – разъединители
 II – автоматические выключатели
 III – шинпровод
 IV – энергопринимающее и трансформаторное оборудование

V – измерительный трансформатор
 VI – громоотвод
 VII – распределительные щиты
 VIII – электрический конденсатор

электрооборудования для частного использования

Элемент Объект	Детальный осмотр			Измерения		
	№	Периодичность	Пункт проверки	№	Периодичность	Пункт проверки
Энергопринимающее электрооборудование	I			1	Раз в год	Измерение изоляционного сопротивления
	II	1 Раз в 3 года	Измерение скорости отключения (включая измерение минимального рабочего напряжения и тока на входе)	1	Раз в год	Измерение изоляционного сопротивления
				2	Раз в год	Измерение контактного сопротивления
				3	Раз в два года	Проверка изоляционного сопротивления трансформаторного масла
				4	Не определен	Рабочие характеристики по необходимости
	III			1	Раз в год	Измерение изоляционного сопротивления
	IV	1 Раз в 5 лет Раз в 10 лет	Внутренний осмотр (катушки, соединительных проводов, сердечника и т. д.)	1	Раз в год	Измерение изоляционного сопротивления
				2	Раз в год	Измерение контактного сопротивления
				3	Раз в год	Проверка изоляционного сопротивления трансформаторного масла
	V			1	Раз в год	Измерение изоляционного сопротивления
				2	Раз в год	Измерение контактного сопротивления
Распределительное электрооборудование	VII	1 Раз в 2 года	Повреждения, перегрев, расшатывание, разъединение, контакты и потери во всех частях оборудования	1	Раз в год	Измерение изоляционного сопротивления
		2 Раз в 2 года	Подключение клемм	2	Раз в год	Измерение контактного сопротивления
				3	Раз в год	Характеристики работы защитного реле
				4	Раз в 2 года	Калибровка приборов, проверка последовательности
	VIII			1	Раз в год	Измерение изоляционного сопротивления
	IX	1 Раз в 3 года	Внутренняя часть зарядного устройства	1	Раз в месяц	Измерение удельного веса
				2	Раз в год	Измерение температуры жидкости
				3	Раз в месяц	Измерение напряжения каждой батареи
	X			1	Раз в год	Измерение изоляционного сопротивления
	XI			1	Раз в год	Измерение изоляционного сопротивления
Электрооборудование нагрузки	XII	1 Раз в 3 года	Внутренний осмотр и техническое обслуживание катушки, подшипников, вентиляции и прочих деталей с учетом, например, повышенной температуры	1	Раз в год	Измерение изоляционного сопротивления
				2	Раз в год	Измерение контактного сопротивления
	XIII			1	Раз в год	Измерение изоляционного сопротивления
	XIV			1	Раз в год	Измерение изоляционного сопротивления

IX – аккумуляторные батареи
X – электрические провода и их опоры
XI – кабели

XII – электрические двигатели и другие вращающиеся машины
XIII – осветительное оборудование
XIV – проводка

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

2.2. Обязательные проверки противопожарного оборудования

Противопожарное и тому подобное оборудование, например автоматическая пожарная сигнализация, подлежит регулярным проверкам в соответствии с Законом о противопожарной безопасности. Осмотр внешнего вида, проверку функционирования и условий эксплуатации следует обязательно проводить не реже одного раза в полгода, а всесторонний осмотр – не реже одного раза в год. Отели, гостевые дома, универмаги и больницы обязаны отчитываться в пожарную охрану каждый год, а заводы и офисы должны отчитываться раз в три года (в разных странах разные сроки проверок).

Кроме того, в зданиях с неопределённым количеством людей, таких как отели, универмаги или больницы, при ухудшении структуры здания, при дефектах эвакуационного оборудования, при неисправностях строительного оборудования и тому подобных ситуациях может возникнуть масштабная авария и большие потери. Чтобы этого не случилось, Закон о строительных стандартах тоже устанавливает периодические проверки специализированными инженерами. Например, электрооборудование, относящееся к строительному оборудованию, должно проверяться с предоставлением отчетов о проверке каждый год. Во время проверки не следует всё оставлять на инспектора, а важно присутствовать и вникать в смысл проверки состояния оборудования.

3 Квалификационные требования к электроперсоналу

К персоналу, работающему с электрооборудованием, предъявляются разные квалификационные требования. В данной книге уже упоминались электрик, главный инженер-электрик, инженер по электронной технике 1-го класса и другие.

3.1. Инженер по управлению электромонтажными работами 1-го и 2-го разрядов

Данная квалификация (в России другие квалификационные требования) необходима по Закону о строительстве для получения разрешения на проведение электромонтажных работ, а также она необходима электрикам с лицензией на строительные работы для осуществления строительных работ. Лицо, получившее квалификацию инженера по управлению электромонтажными работами, может занять должность штатного инженера в офисе подрядчика, получившего лицензию на проведение электромонтажных работ, или должность ответственного за техническое руководство строительством (главный инженер или инженер-инспектор) при проведении электромонтажных работ.

3.2. Инженер (по эксплуатации электрооборудования и электроники)

Согласно постановлению об инженерах, инженер – это высшая квалификация в технической области, подразделяется на 21 категорию (в России только четыре категории) в каждом разделе науки и техники. Квалифицированный инженер может заниматься планированием, исследованием, проектированием, анализом, тестированием, оценкой и руководством по вопросам, требующим высокого профессионального уровня в области науки и техники.

Область разработки и обслуживания электрооборудования – это подраздел электротехники. Электротехника подразделяется на пять специализированных областей: транспортировка и преобразование электроэнергии, использование электроэнергии, использование электроники, коммуникационная связь и эксплуатация электрооборудования.

4 Электрооборудование как краеугольный камень в использовании зданий и сооружений

При строительстве новых зданий большинство связанных со строительством людей озабочены внешним видом и планировкой здания, и только ограниченное число специалистов и ответственных людей обращают внимание на электрооборудование. Однако когда строительство завершено и здание введено в эксплуатацию, у работников и посетителей здания сразу возникают вопросы, касающиеся использования электрооборудования и систем кондиционирования, например: «Где здесь выключается свет?», «Как управлять вентиляцией?» и т. д. А когда случается землетрясение или по телевизору сообщают о пожаре, то всех начинают интересоваться вопросы вроде таких: «А что будет с нашим лифтом во время землетрясения?», «А сработает ли наша сигнализация во время пожара?», «Как лучше эвакуироваться?» и т. п.

Интересно, что как только здание начинает использоваться, почти никогда не говорят о его внешнем виде или планировке, о которых так беспокоились во время строительства.

После начала эксплуатации никто не просит: «Поменяйте планировку, потому что нам не удобно» или «Переделайте дизайн, потому что нам не нравится», однако часто просят: «Поменяйте положение выключателей» или «Увеличьте количество розеток».

На этапе эксплуатации здания или сооружения большая часть жалоб от жителей и пользователей связана с оборудованием для кондиционирования воздуха, оборудованием для водоснабжения и дренажа и с электрооборудованием.

Обращения по поводу кондиционирования связаны с тем, что становится «слишком жарко» или «слишком холодно». Как только в системе кондиционирования возникают какие-то проблемы, сразу становится «жарко» либо «холодно». Претензии по водоснабжению и дренажу связаны либо с «протечкой», либо с «отсутствием воды».

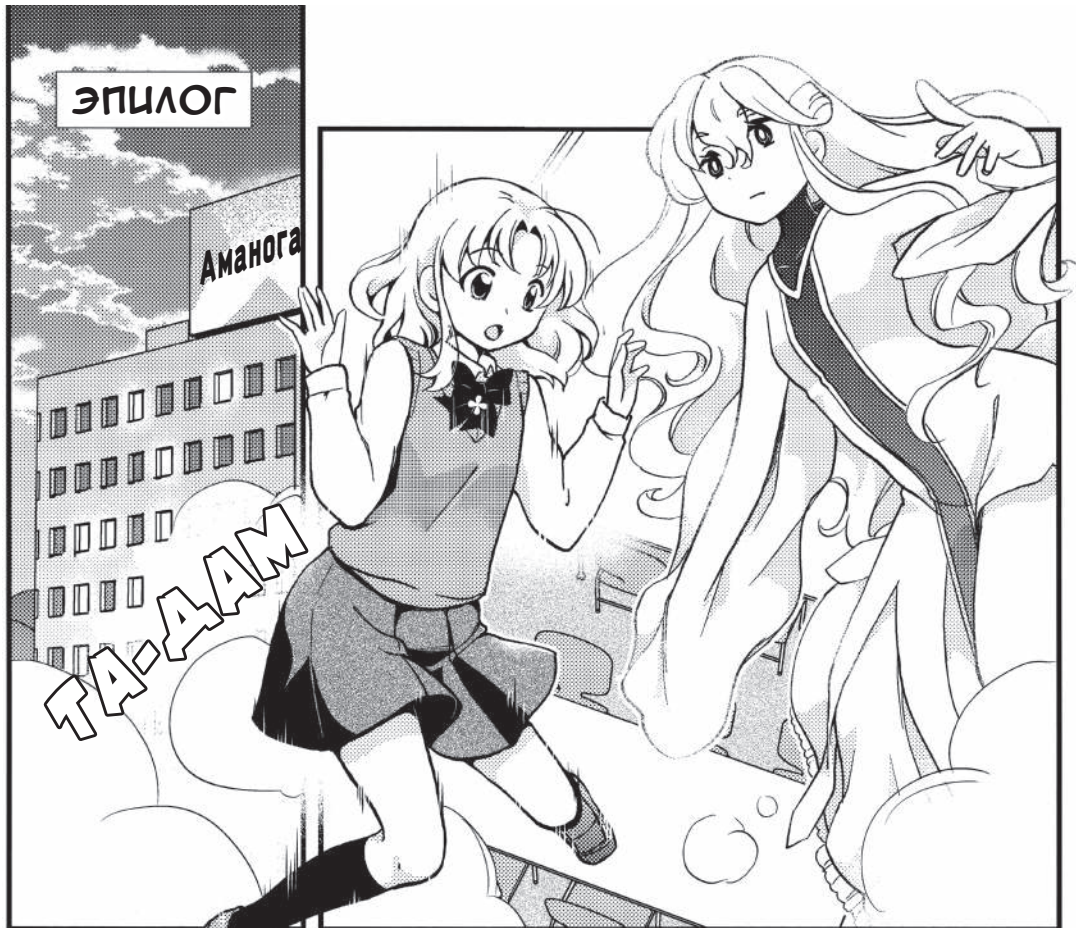
Проблемы в системе водоснабжения и дренажа проявляются в виде протечек или перебоев с водой. Что же касается проблем с электрооборудованием, то иногда их наличие очевидно, например если происходит отключение электричества. Однако бывает, что по косвенным признакам трудно определить серьезность проблемы. Например, когда говорят: «Что-то стало темновато», «Как-то это стало хуже работать», «Чего-то не хватает», то есть когда есть некоторая неудовлетворенность, но проблема не настолько велика, чтобы жаловаться.

А бывает, что в один день вдруг по непонятной причине отключается электричество, вызывая суматоху и неразбериху. И если вы до того пренебрегали регулярными проверками, то, как говорится, «что посеешь, то и пожнешь».

Следовательно, при строительстве зданий и сооружений важны проектирование на основании тщательного плана, а после ввода в эксплуатацию необходимы внимательные проверки и техническое обслуживание. Например, если конструкция здания неправильная, то возникнет много проблем с электрооборудованием, таких как недостаточность освещения, трудность в эксплуатации или отсутствие гибкости. Неправильная конструкция и плохое техническое обслуживание могут привести к потере энергии и денег. Пренебрежение осмотром и обслуживанием может привести к значительному ущербу в результате внезапных отключений электроэнергии и пожаров. Однако при правильном планировании и проектировании, а также при надлежащем техническом обслуживании можно сэкономить энергию и сократить расходы.

Пока не возникают серьезных проблем или неудобств, на электрооборудование обращается мало внимания, хотя оно лежит в основе нашей повседневной жизни и работы и играет незаменимую роль, являясь краеугольным камнем в использовании зданий и сооружений.

ЭПИЛОГ



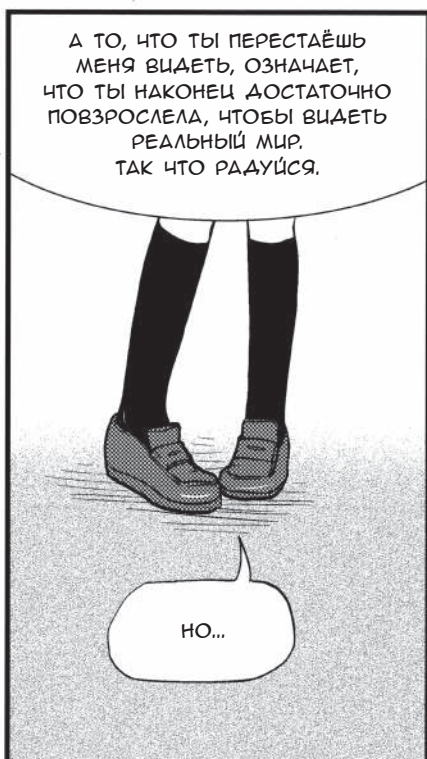
НУ, ВСЕГО
ХОРОШЕГО.

ПОДОЖДАТЕ!
КУДА ЖЕ ВЫ?

ПОЧЕМУ ВЫ ВДРУГ
СТАНОВИТЕСЬ
ПРОЗРАЧНОЙ?!

ВЖИХ

НУ...





ВОТ И ХОРОШО.

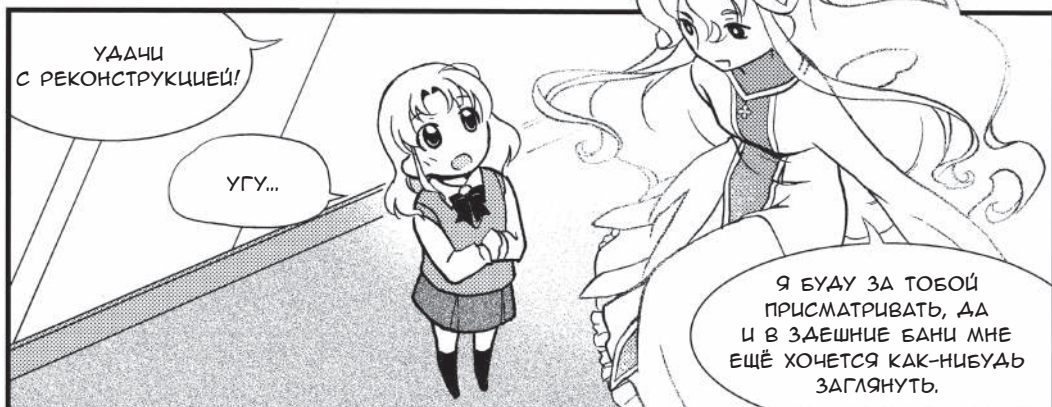


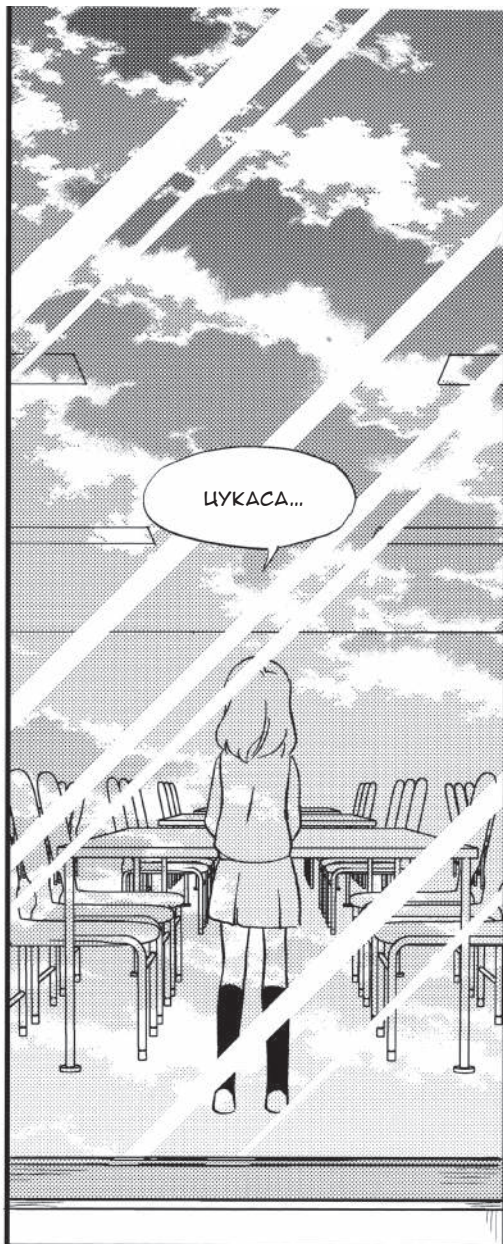
ЦУКАСА...



ОЙ?

КУЛОН СВОЙ
Я УЖЕ ЗАБРАЛА.





Через несколько
месяцев

ЧТО С УТЕЧКАМИ
ЭЛЕКТРИЧЕСТВА?

ФИРМА ГОСПОДИНА ЯМАМОТО
ПРОВЕЛА РАБОТЫ, И ТЕПЕРЬ ВСЁ
В ПОРЯДКЕ. УТЕЧЕК БЫТЬ
НЕ ДОЛЖНО.

ВОТ И СЛАВНО.

ПОНЕМНОГУ
ПОЛУЧАЕТСЯ И ЭКОНОМИТЬ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ. НО
В ЭТОМ ВОПРОСЕ МНЕ
ЕЩЁ НАДО ПОДУЧИТЬСЯ.

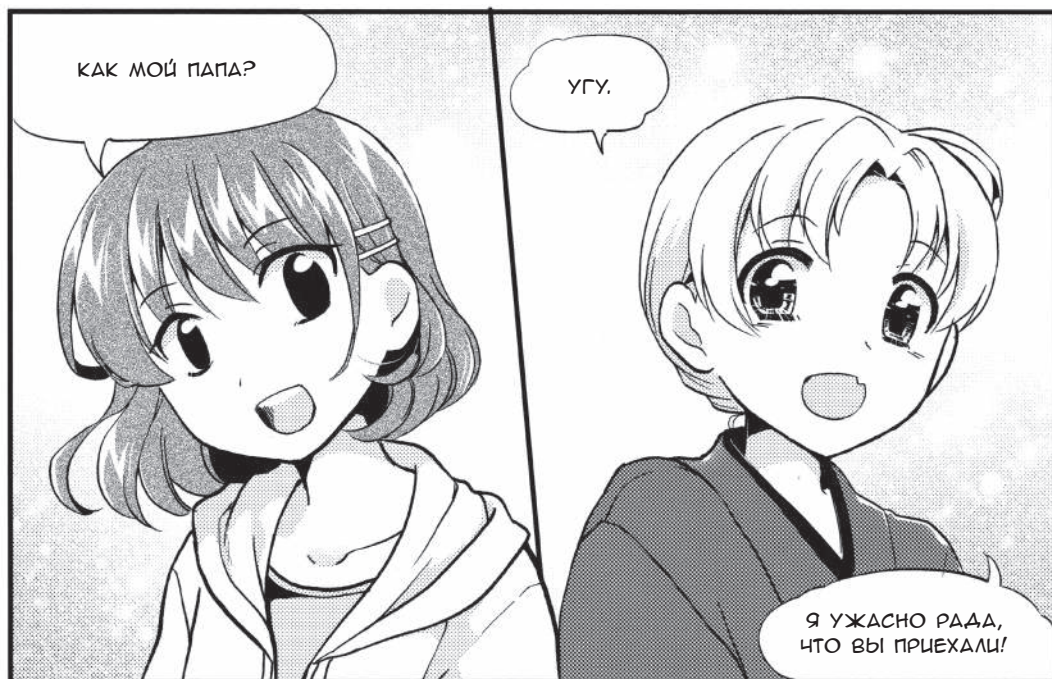
Я по электронной почте спрашиваю обо
всем, что непонятно, и госпожи Хасегава
и и господина Мимира, и они помогают!

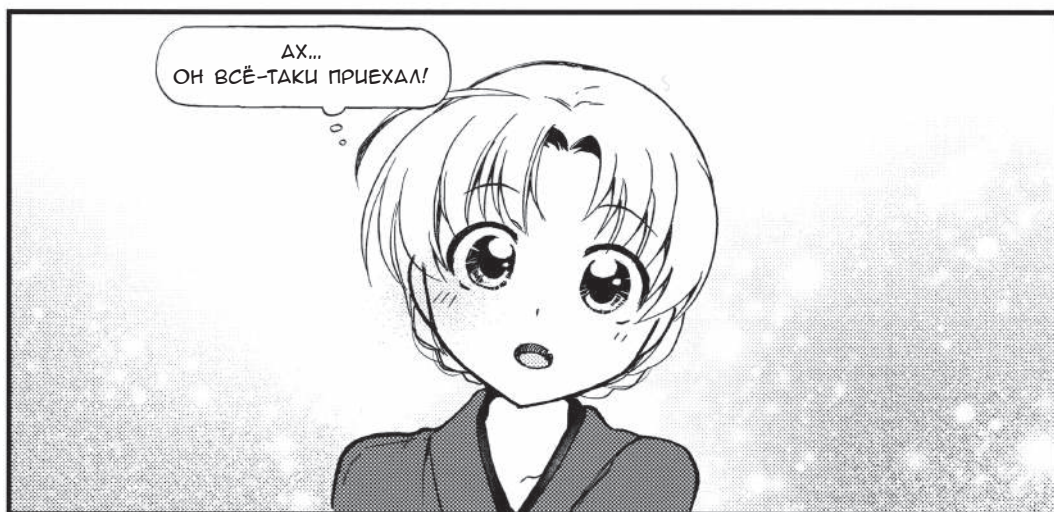
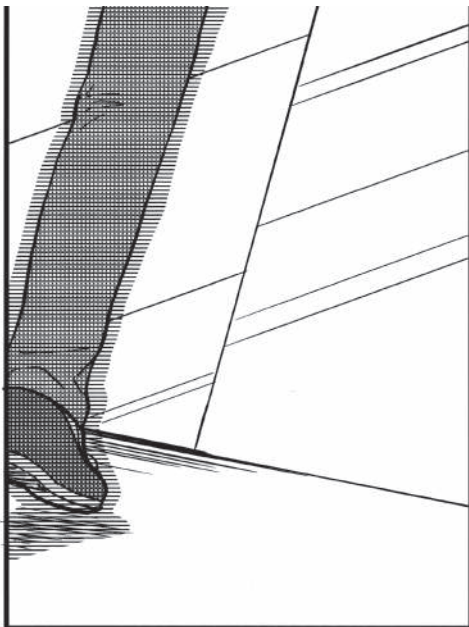
Вот как

А КАК ГОСПОДИН НЭМОТО
ТАК И НЕ ОБЪЯВИЛСЯ?

НЕТ...
У МЕНЯ НЕТ ВОЗМОЖНОСТИ
С НИМ СВЯЗАТЬСЯ,
А ТАК ХОТЕЛОСЬ ЕГО
ПОБЛАГОДАРИТЬ.

НАВЕРНЯКА
ОН КАК-НИБУДЬ ПРИЕДЕТ
В НАШ ОТЕЛЬ!







Книги издательства «ДМК ПРЕСС» можно купить оптом и в розницу в книготорговой компании «Галактика» (представляет интересы издательств «ДМК ПРЕСС», «СОЛОН ПРЕСС», «КТК Галактика»).

Адрес: г. Москва, пр. Андропова, 38;

тел.: **(499) 782-38-89**, электронная почта: **books@aliens-kniga.ru**.

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**.



Игараси Хирокадзу (автор), Сасаока Хару (художник)

Электрооборудование

Манга

Главный редактор Д. А. Мовчан
dmkpress@gmail.com

Зам. главного редактора Е. А. Сенченкова

Переводчик С. Л. Плеханова

Корректор Г. И. Синяева

Верстальщик А. А. Чаннова

Гарнитура Anime Ace. Печать цифровая.

Усл. п. л. 14,63. Тираж 500 экз.

Веб-сайт издательства www.dmkpress.com

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ МАНГА



ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

ЮИ, ДОЧЬ ВЛАДЕЛЬЦЕВ ОТЕЛЯ, МЕЧТАЕТ ОСНАСТИТЬ ЕГО ПО ПОСЛЕДНЕМУ СЛОВУ ТЕХНИКИ. НО ПРЕЖДЕ ЧЕМ СТРОИТЬ КРУПНЫЕ ПЛАНЫ, НАДО СПРАВИТЬСЯ С РЕШЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЗАДАЧ – В ЧАСТНОСТИ, НАЛАДИТЬ РАБОТУ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ЗДАНИИ. ГЕРОИНЯ МАНГИ ПРОЙДЁТ ВСЕ ЭТАПЫ ЗНАКОМСТВА С ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ, НАЧИНАЯ С ПРОСТЕЙШЕГО (РОЗЕТКИ И ВЫКЛЮЧАТЕЛИ) И ЗАКАНЧИВАЯ ЭЛЕКТРОПРИБОРАМИ И СЛОЖНЫМИ СИСТЕМАМИ, ВКЛЮЧАЯ ТРАНСФОРМАТОРНУЮ ПОДСТАНЦИЮ, АВАРИЙНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ.

ДЛЯ ШИРОКОГО КРУГА ЧИТАТЕЛЕЙ, ИНТЕРЕСУЮЩИХСЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКОЙ.

Интернет-магазин:
www.dmkpress.com

Оптовая продажа:
КТК «Галактика»
books@aliens-kniga.ru

ДМК
ИЗДАТЕЛЬСТВО
www.dmk.pf

ISBN 978-5-97060-917-0



9 785970 609170 >