

---

---

# Содержание

<b>1. Защита от поражения электрическим током</b> .....	7
1.1. Факторы поражения электрическим током .....	7
1.2. Виды воздействия электрического тока на человека .....	9
1.3. Защитные меры от поражения электрическим током .....	11
<b>2. Классификация электрооборудования</b> .....	13
<b>3. Системы заземления</b> .....	17
3.1. TN-система .....	18
3.2. TT-система .....	22
3.3. IT-система .....	23
3.4. Некоторые рекомендации .....	24
<b>4. Кабели, провода и электропроводка</b> .....	27
4.1. Кабели и провода российских производителей .....	27
4.2. Выбор сечения проводников .....	34
4.3. Электропроводка .....	37

## 4 ■ Содержание

---

<b>5. Электроустановочные и светорегулирующие изделия</b> . . . . .	41
5.1. Электророзетки . . . . .	41
5.2. Слаботочные розетки . . . . .	44
5.3. Выключатели . . . . .	46
5.4. Переключатели . . . . .	48
5.5. Светорегуляторы . . . . .	49
5.6. Детекторы освещенности и датчики движения . . . . .	50
5.7. Система дистанционного управления . . . . .	53
5.8. Электромонтажные трубы и корпуса . . . . .	54
5.9. Разветвительные и установочные коробки, щитки . . . . .	61
5.10. Клеммы фирмы Weidmuller для разветвительных коробок . . . . .	62
5.11. Приспособления для монтажа проводов . . . . .	64
5.12. Инструменты для электромонтажа . . . . .	69
5.13. Измерительные приборы . . . . .	70
<b>6. Автоматические выключатели</b> . . . . .	71
6.1. Классификация . . . . .	71
6.2. Автоматические выключатели фирмы ABB . . . . .	80
6.3. Автоматические выключатели фирмы Siemens . . . . .	96
6.4. Автоматические выключатели фирмы Legrand . . . . .	109
6.5. Автоматические выключатели фирмы «ДЭК» . . . . .	112
6.6. Автоматические выключатели фирмы «ИЭК» . . . . .	115
6.7. Автоматические выключатели фирмы Schneider Electric . . . . .	122
<b>7. Устройства защитного отключения и дифференциальные автоматические выключатели</b> . . . . .	132
7.1. Общие положения . . . . .	132
7.2. Устройства фирмы ABB . . . . .	136
7.3. Устройства фирмы Legrand . . . . .	146
7.4. Устройства российских производителей . . . . .	153

<b>8. Дополнительные устройства автоматики фирмы АВВ . . . .</b>	
164	
8.1. Устройства типа OVERSTOP . . . . .	164
8.2. Изолирующие выключатели серий E24x и E27x . . . . .	166
8.3. Переключатели серии E220 . . . . .	169
8.4. Кнопочный выключатель и выключатель с индикаторной лампой . . . . .	171
8.5. Таймеры . . . . .	173
8.6. Блокировочные реле серий E25x, E26x . . . . .	175
8.7. Реле времени . . . . .	180
8.8. Сигнализатор перегрузки . . . . .	184
8.9. Светильник аварийного освещения . . . . .	185
8.10. Устройство чередования фаз . . . . .	186
8.11. Выключатели освещения . . . . .	187
<b>9. Дополнительные устройства автоматики фирмы «ИЭК» . . . . .</b>	188
9.1. Выключатель-разъединитель нагрузки серии ВН32 . . . . .	188
9.2. Ограничители импульсных перенапряжений серии ОПС1 . . . . .	189
9.3. Контактторы малогабаритные серии КМИ . . . . .	191
9.4. Электротепловое реле серии РТИ . . . . .	196
<b>10. Выбор и применение электрооборудования . . . . .</b>	198
10.1. Выбор и применение автоматических выключателей . . . . .	198
10.2. Выбор и применение УЗО . . . . .	200
10.3. Примеры схем электроснабжения жилых зданий . . . . .	202
10.4. Монтаж осветительных сетей и приборов . . . . .	210
<b>11. Принадлежности для распределительных шкафов фирмы «ИЭК» . . . . .</b>	211
11.1. Шина нулевая . . . . .	211
11.2. Шина нулевая в корпусе на DIN-рейку . . . . .	212

## **6 ■ Содержание**

---

11.3. Шины соединительные .....	214
11.4. Клеммные зажимы и заглушки серии ЗНИ (аналог БЗН) на DIN-рейку .....	214
11.5. Ограничитель на DIN-рейку .....	216
11.6. Изоляторы шинные SM .....	216
11.7. Замки с металлическим ключом .....	217
<b>Список литературы</b> .....	218
<b>Приложение 1.</b> Условные графические обозначения, принятые по стандартам DIN (Германия) и ГОСТ .....	219
<b>Приложение 2.</b> Электроустановочные и светорегулирующие изделия фирмы «Лексел Электроматериалы» .....	239

# 1. Защита от поражения электрическим током

## 1.1. ФАКТОРЫ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Степень поражения человека электрическим током определяется силой тока и временем его протекания через тело человека. Эти два фактора не зависят друг от друга. Сила тока прямо пропорциональна величине напряжения прикосновения и обратно пропорциональна сопротивлению тела человека, зависящему от пути протекания тока (например, рука—рука, рука—нога и т. д.).

Значение безопасного напряжения определяется на основании предельной величины тока, которую может выдержать тело человека в течение нескольких часов. Такой ток называют безопасным. Его значение составляет порядка 50...75 мА. Безопасным для человека, согласно современным нормам электробезопасности, считается напряжение, не превышающее 50 В. Максимально допустимое время воздействия электрического тока на тело человека, не вызывающее опасных физиологических последствий, зависит от величины напряжения прикосновения. В качестве примера в **Табл. 1.1** приведена величина максимально допустимого времени воздействия электрического тока на тело человека при различных значениях напряжения прикосновения.

Полное сопротивление тела человека — величина непостоянная, зависящая от многих факторов. Так, увеличение напряжения, приложенного к телу человеку, или возрастание протекающего тока могут вызвать уменьшение сопротивления тела в десятки раз.

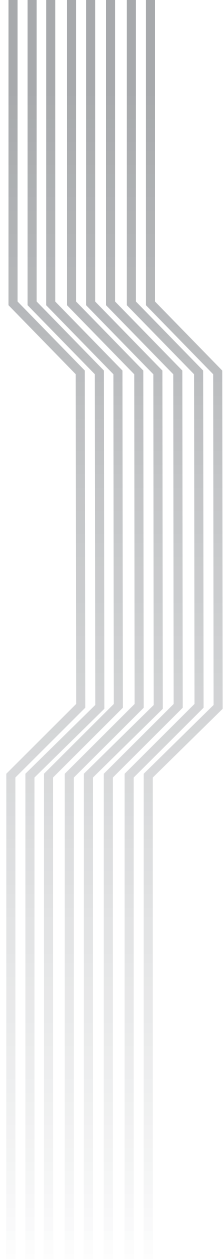


Таблица 1.1

Напряжение прикосновения [В]	Полное сопротивление тела человека [Ом]	Сила тока, протекающего через тело человека [мА]	Максимально допустимое время воздействия [с]
50	1725	29	(Более 5)
75	1625	46	0.6
100	1600	62	0.4
150	1550	97	0.28
230	1500	153	0.17
300	1480	203	0.12
400	1450	276	0.07
500	1430	350	0.04

Стандартом МЭК 60479 определены зоны воздействия переменного тока на людей (**Рис. 1.1**), которые отличаются как величиной протекающего тока, так и временем его воздействия.

Если воздействие определяется зоной 1, то человек обычно не испытывает никаких ощущений. Граница этой зоны (слабый зуд и легкое пощипывание) определяется ощутимым током, значения которого строго индивидуальны для каждого человека. Для большинства случаев его можно принять равным 0.5...1 мА. Но длительное (несколько минут) прохождение такого тока может отрицатель-

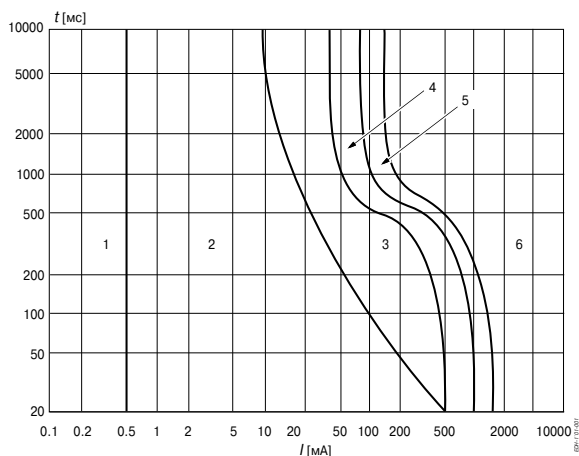


Рис. 1.1. Зоны опасного воздействия переменного тока на людей

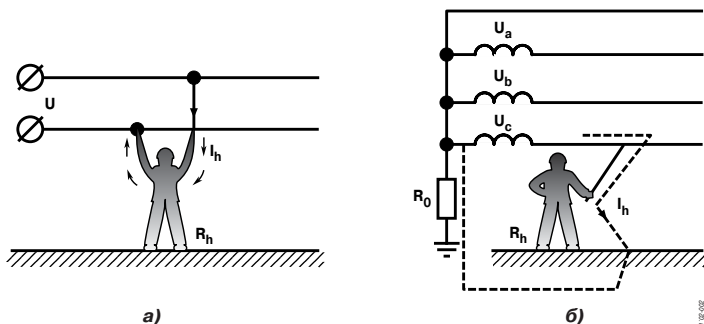
но сказаться на состоянии здоровья, и поэтому недопустимо.

Зона 2 также характеризуется отсутствием опасных последствий, но протекающий ток вызывает судороги мышц и болезненные ощущения. Зона 3 также характеризуется отсутствием органических повреждений, но возможно затруднение дыхания, а при воздействии более 2 с может наступить удушье и потеря сознания. Кроме того, возникает нарушение ритма сокращения сердца или временная остановка сердца. В зонах 4, 5 и 6 также появляются опасные для жизни физиологические нарушения, такие, как остановка сердца, прекращение дыхания, тяжелые термические ожоги. При этом в зоне 4 вероятность нарушения сердечного ритма составляет около 5%, в зоне 5 — до 50%, а в зоне 6 — свыше 50%.

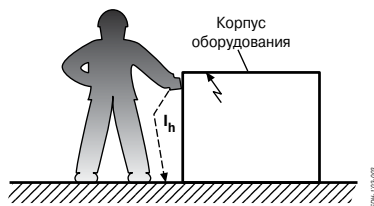
### 1.2. ВИДЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ЧЕЛОВЕКА

Обычно рассматривают два вида воздействия электрического тока на человека: с непосредственным прикосновением и косвенным. При непосредственном прикосновении к токоведущим проводникам или частям оборудования тело человека включается между двумя фазами электрической сети или между одной фазой и землей. На **Рис. 1.2а** изображен контакт, возникающий при одновременном прикосновении к фазному проводнику и нейтральному или двум фазным проводникам. В этом случае тело человека включается параллельно нагрузке электросети. Автоматические выключатели не смогут выявить факт такого прикосновения и осуществить защиту человека. Вывод: токоведущие части должны быть недоступны даже для случайного прикосновения. На **Рис. 1.2б** показан ток утечки через тело человека на землю при прикосновении к фазному проводнику. В этом случае для безопасности людей следует использовать специальные устройства защиты (см. главу 7). Другой способ защиты заключается в понижении питающего напряжения до безопасного уровня.

В аварийном режиме работы (**Рис. 1.3**) контакт возникает при прикосновении человека к корпусу оборудования, оказавшемуся под напряжением, например в случае повреждения изоляции. Этот



**Рис. 1.2.** Воздействие электрического тока на человека при контакте с двумя (а) и одним (б) проводником



**Рис. 1.3.** Воздействие электрического тока на человека в аварийном режиме работы оборудования

вид контакта аналогичен изображенному на **Рис. 1.2б**, но более опасен тем, что момент возникновения нельзя предугадать. Для предотвращения таких контактов используется двойная изоляция металлических частей оборудования, надежное заземление и устройства защитного отключения. Применение последних подразумевает также надежное заземление корпусов оборудования.

Если для повышения защищенности людей используются понижающие трансформаторы, то их выходное напряжение должно выбираться с учетом помещения, в котором расположены потребители и цепи электропитания.

В соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок (ПУЭ) в отношении опасности поражения людей электрическим током все помещения делятся на три группы:

1) Помещения с повышенной опасностью. Обладают хотя бы одним из следующих признаков: сырость (относительная влажность



воздуха превышает 75%), токопроводящая пыль, токопроводящие полы, высокая температура воздуха (более 35°C), возможность одновременного прикосновения человека к металлическим корпусам электроприборов и к заземленным конструкциям здания.

2) Особо опасные помещения. Имеют один из следующих признаков: особая сырость (потолок, стены, пол покрыты влагой); химически активная среда; одновременно имеются два признака для помещений с повышенной опасностью.

3) Помещения без повышенной опасности. Не обладают признаками помещений с повышенной опасностью и особо опасных помещений.

Примеры перечисленных групп помещений и рекомендуемые значения переменного напряжения для питания бытовых приборов и светильников приведены в **Табл. 1.2**.

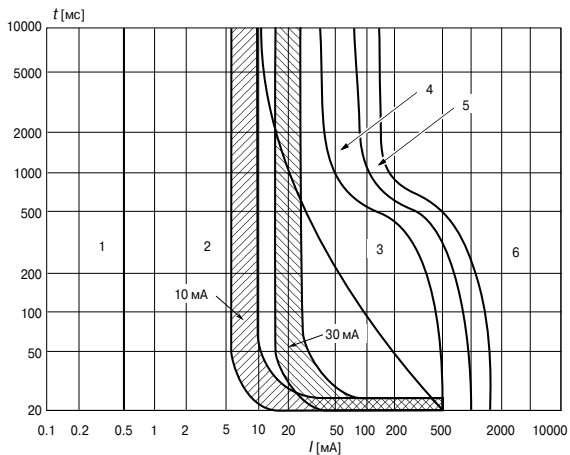
*Таблица 1.2*

Группа помещений	Рекомендуемое напряжение [В]	Примеры помещений
Без повышенной опасности	220	Большинство жилых и общественных помещений
С повышенной опасностью	50	Лестничные клетки, подвальные помещения, складские помещения, кухня
Особо опасные	12	Ванная комната, бассейн, баня, мастерская, гараж, открытые площадки

### 1.3. ЗАЩИТНЫЕ МЕРЫ ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Меры для защиты людей от поражения электрическим током определяются в соответствии с нормативными документами (Правила техники безопасности и ПУЭ). Так, для защиты людей и линий электропроводки рекомендуется применять устройства защитного отключения (УЗО). Характеристики отключения УЗО для дифференциальных токов утечки 10 и 30 мА приведены на **Рис. 1.4**. Из рисунка видно, что в случае применения УЗО воздействие электрического тока на человека в основном ограничивается зоной 2. Применение УЗО более подробно будет рассмотрено в разделе 9.2.

ПУЭ также рекомендуют присоединение открытых проводящих частей корпусов стационарного электрооборудования (электроплиты, кондиционеры, кипятильники, электропалочка и т. д.) и светильников к нулевому защитному проводнику. В помещении без повышенной опасности допускается применять светильники, не оснащенные зажимом для подключения к защитному проводнику, при условии, что крюк для их подвески изолирован.



**Рис. 1.4.** Характеристики отключения УЗО

Замену электропроводки или прокладку новой следует выполнять трехпроводным кабелем (фазный, нулевой защитный и нулевой рабочий проводники).

Поскольку на вводе здания должна выполняться система уравнивания потенциалов (объединение защитного проводника, заземляющего проводника, трубопроводов, металлических конструкций здания), то на уровне квартиры рекомендуется использовать дополнительную систему уравнивания потенциалов. К ней подключаются все открытые проводящие части электрооборудования, нулевые защитные проводники, в том числе и штепсельных розеток. Нагревательные элементы, замоноличенные в пол (так называемые теплые полы), должны быть покрыты заземленной металлической сеткой или оболочкой, присоединенной к системе уравнивания потенциалов.