

Защитное отключение (УЗО)

УЗО - автоматическое отключение
ЭУ при однофазном
(однополюсном) прикосновении к
частям, находящимся под
напряжением, недопустимым для
человека.

Область применения:
электроустановки в сетях с любым
напряжением и любым режимом
нейтрали

Назначение, принцип действия, область применения

обеспечение электробезопасности, что достигается за счет ограничения времени воздействия опасного тока на человека. Защита осуществляется специальным устройством защитного отключения (УЗО), которое, работая в дежурном режиме, постоянно контролирует условия поражения человека электрическим током

Принцип работы УЗО

Постоянно контролируется входной сигнал и сравнивается с наперед заданной величиной (уставкой).

В качестве входных сигналов устройств защитного отключения используют различные параметры электрических сетей, которые несут в себе информацию об условиях поражения человека электрическим током

Реагирующие на
напряжение корпуса
относительно земли

Реагирующие на
дифференциальный
(остаточный) ток

Реагирующие на
комбинированный
входной сигнал

**Устройства защитного отключения
(УЗО)**

Реагирующие на
ток замыкания
на землю

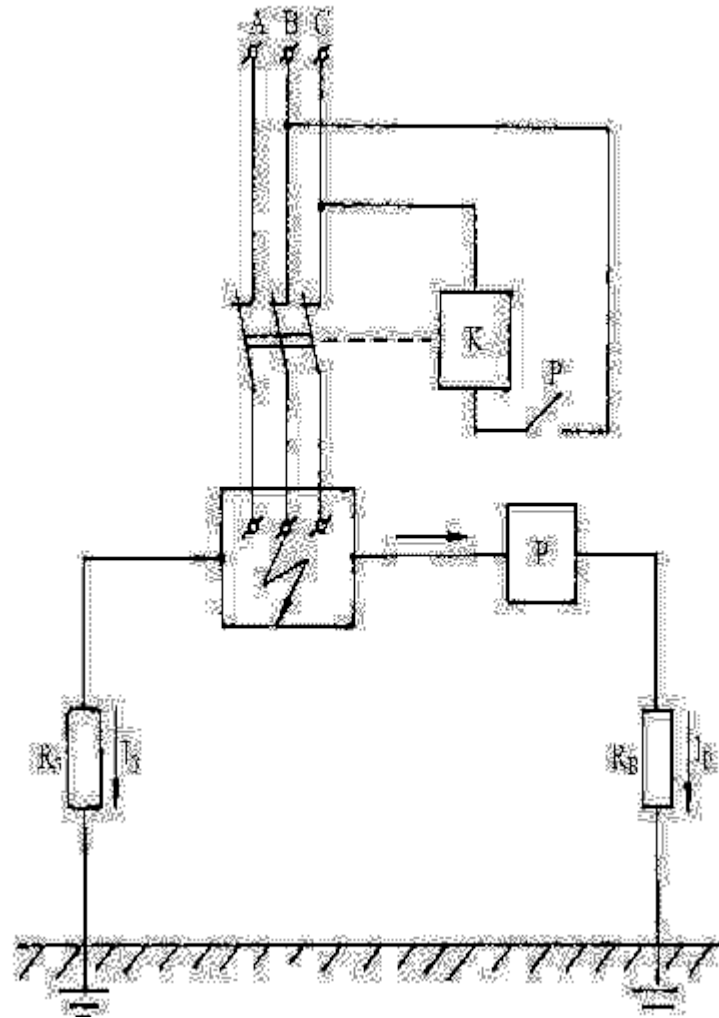
Реагирующие на
оперативный ток
(постоянный;
переменный $f=50$ Гц),

Реагирующие на
напряжение нулевой
последовательности

Основные элементы УЗО

- датчик;
- преобразователь;
- исполнительный орган.

УЗО, реагирующее на потенциал корпуса



Основные параметры выбора УЗО:

- номинальный ток нагрузки т.е. рабочий ток электроустановки, который протекает через нормально замкнутые контакты УЗО в дежурном режиме;
- номинальное напряжение;
- уставка;
- время срабатывания устройства.

Область применения

Наиболее желательное применение защитного отключения в передвижных электроустановках и для ручного электроинструмента, так как условия их эксплуатации не позволяют обеспечить безопасность заземлением или другими защитными мерами.

В сетях выше 1000 В при КЗ на землю

ПУЭ

(выдержка из главы 7.1. ПУЭ)

7.1.71. Для защиты групповых линий, питающих штепсельные розетки для переносных электрических приборов, рекомендуется предусматривать устройства защитного отключения (УЗО).

7.1.72. Если устройство защиты от сверхтока (автоматический выключатель, предохранитель) не обеспечивает время автоматического отключения 0,4 с при номинальном напряжении 220 В из-за низких значений токов короткого замыкания и установка (квартира) не охвачена системой уравнивания потенциалов, установка УЗО является обязательной.

7.1.73. При установке УЗО последовательно должны выполняться требования селективности. При двух- и многоступенчатой схемах УЗО, расположенное ближе к источнику питания, должно иметь уставку и время срабатывания не менее чем в 3 раза большие, чем у УЗО, расположенного ближе к потребителю

ПУЭ

7.1.74. В зоне действия УЗО нулевой рабочий проводник не должен иметь соединений с заземленными элементами и нулевым защитным проводником.

7.1.75. Во всех случаях применения УЗО должно обеспечивать надежную коммутацию цепей нагрузки с учетом возможных перегрузок.

7.1.76. Рекомендуется использовать УЗО, представляющее собой единый аппарат с автоматическим выключателем, обеспечивающим защиту от сверхтока.

Не допускается использовать УЗО в групповых линиях, не имеющих защиты от сверхтока, без дополнительного аппарата, обеспечивающего эту защиту.

При использовании УЗО, не имеющих защиты от сверхтока, необходима их расчетная проверка в режимах сверхтока с учетом защитных характеристик вышестоящего аппарата, обеспечивающего защиту от сверхтока.

7.1.77. В жилых зданиях не допускается применять УЗО, автоматически отключающие потребителя от сети при исчезновении или недопустимом падении напряжения сети. При этом УЗО должно сохранять работоспособность на время не менее 5 с при снижении напряжения до 50% номинального.

ПУЭ

7.1.78. В зданиях могут применяться УЗО типа «А», реагирующие как на переменные, так и на пульсирующие токи повреждений, или «АС», реагирующие, только на переменные токи утечки.

Источником пульсирующего тока являются, например, стиральные машины с регуляторами скорости, регулируемые источники света, телевизоры, видеомагнитофоны, персональные компьютеры и др.

7.1.79. В групповых сетях, питающих штепсельные розетки, следует применять УЗО с номинальным током срабатывания не более 30 мА.

Допускается присоединение к одному УЗО нескольких групповых линий через отдельные автоматические выключатели (предохранители).

Установка УЗО в линиях, питающих стационарное оборудование и светильники, а также в общих осветительных сетях, как правило, не требуется.

ПУЭ

7.1.80. В жилых зданиях УЗО рекомендуется устанавливать на квартирных щитках, допускается их установка на этажных щитках.

7.1.81. Установка УЗО запрещается для электроприемников, отключение которых может привести к ситуациям, опасным для потребителей (отключению пожарной сигнализации и т.п.).

7.1.82. Обязательной является установка УЗО с номинальным током срабатывания не более 30 мА для групповых линий, питающих розеточные сети, находящиеся вне помещений и в помещениях особо опасных и с повышенной опасностью, например в зоне 3 ванных и душевых помещений квартир и номеров гостиниц.

7.1.83. Суммарный ток утечки сети с учетом присоединяемых стационарных и переносных электроприемников в нормальном режиме работы не должен превосходить $1/3$ номинального тока УЗО. При отсутствии данных ток утечки электроприемников следует принимать из расчета $0,4$ мА на 1 А тока нагрузки, а ток утечки сети — из расчета 10 мкА на 1 м длины фазного проводника.

ПУЭ

- 7.1.84. Для повышения уровня защиты от возгорания при замыканиях на заземленные части, когда величина тока недостаточна для срабатывания максимальной токовой защиты, на вводе в квартиру, индивидуальный дом и т.п. рекомендуется установка УЗО с током срабатывания до 300 мА.
- 7.1.85. Для жилых зданий при выполнении требований п. 7.1.83 функции УЗО по пп. 7.1.79 и 7.1.84 могут выполняться одним аппаратом с током срабатывания не более 30 мА.
- 7.1.86. Если УЗО предназначено для защиты от поражения электрическим током и возгорания или только для защиты от возгорания, то оно должно отключать как фазный, так и нулевой рабочие проводники, защита от сверхтока в нулевом рабочем проводнике не требуется.

Контроль изоляции

Состояние изоляции в значительной мере определяет степень безопасности эксплуатации электроустановок.

Сопротивление изоляции в сетях с изолированной нейтралью определяет ток замыкания на землю, а значит и ток через человека

В сетях напряжением выше 1000 В снижение сопротивления изоляции почти всегда приводит к глухому замыканию на землю.

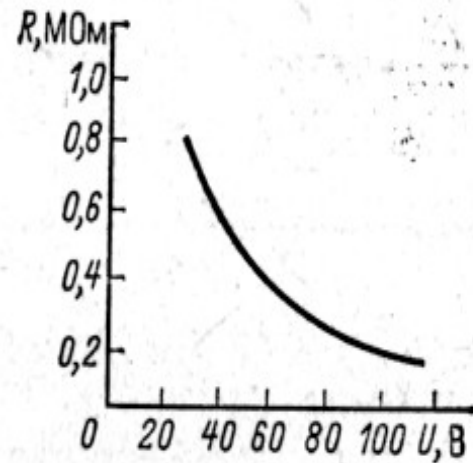
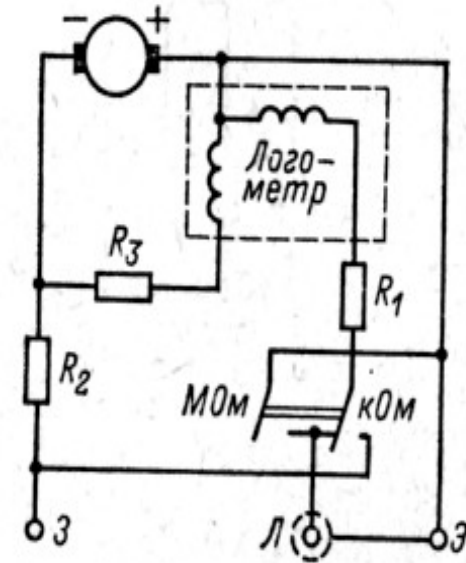
Контроль изоляции

Для исключения замыканий на землю и других повреждений изоляции, при которых возникает опасность поражения людей электрическим током, а также выходит из строя оборудование, необходимо проводить испытания *повышенным напряжением* и контроль изоляции.

Приемо-сдаточные испытания

Периодический контроль изоляции

Контроль изоляции мегаомметром



Контроль изоляции

ПТЭ регламентируется напряжение мегаомметра в зависимости от номинального напряжения электроустановки. Промышленностью выпускаются мегаомметры М1101 на напряжение 100, 500 и 1000 В и МС-06 на напряжение 2500 В.

Постоянный контроль изоляции

Измерение сопротивления изоляции под рабочим напряжением в течение всего времени работы электроустановки без автоматического отключения. Отсчет сопротивления изоляции производится по шкале прибора. При снижении сопротивления изоляции до предельно допустимого или ниже прибор подает звуковой или световой сигнал или оба сигнала вместе.

Прибор постоянного контроля изоляции (ПКИ) должен удовлетворять следующим основным требованиям:

должен показывать только активное или омическое сопротивление изоляции фаз относительно земли независимо от емкости;

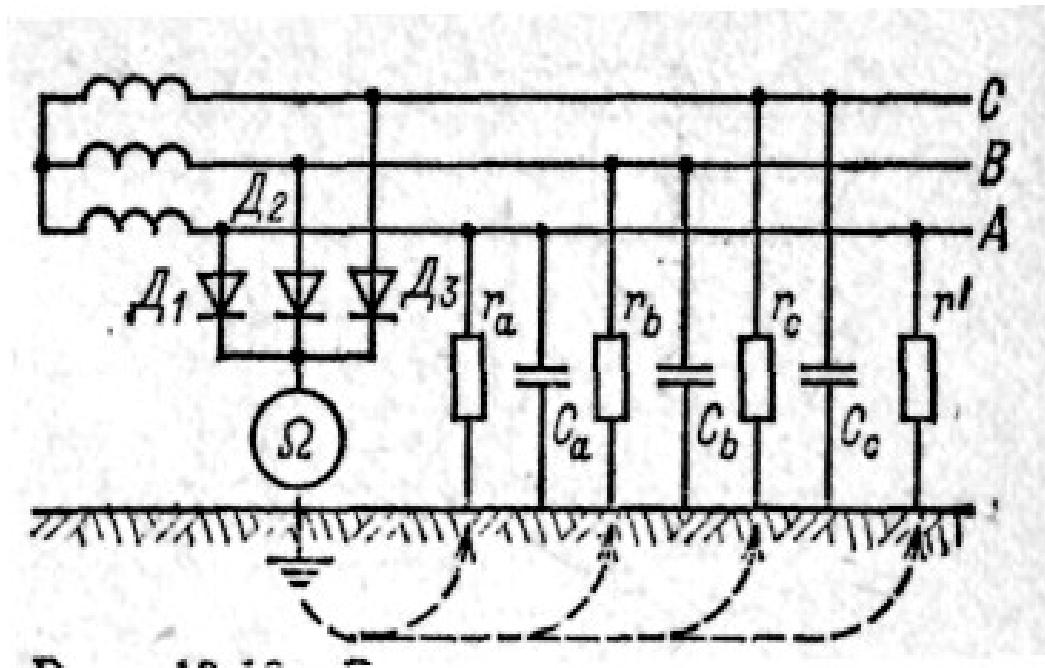
колебания напряжения сети не должны влиять на точность показаний прибора;

должен быть достаточно надежным;

Постоянный контроль изоляции

- должен осуществлять самоконтроль, т. е. при неисправности самого прибора стрелка указателя должна устанавливаться на нуль, а не на ;
- сопротивление внутренних цепей прибора должно быть значительно выше полного сопротивления фаз относительно земли (не ниже 100 кОм). В противном случае при подключении прибора к сети повысится опасность эксплуатации электрооборудования.

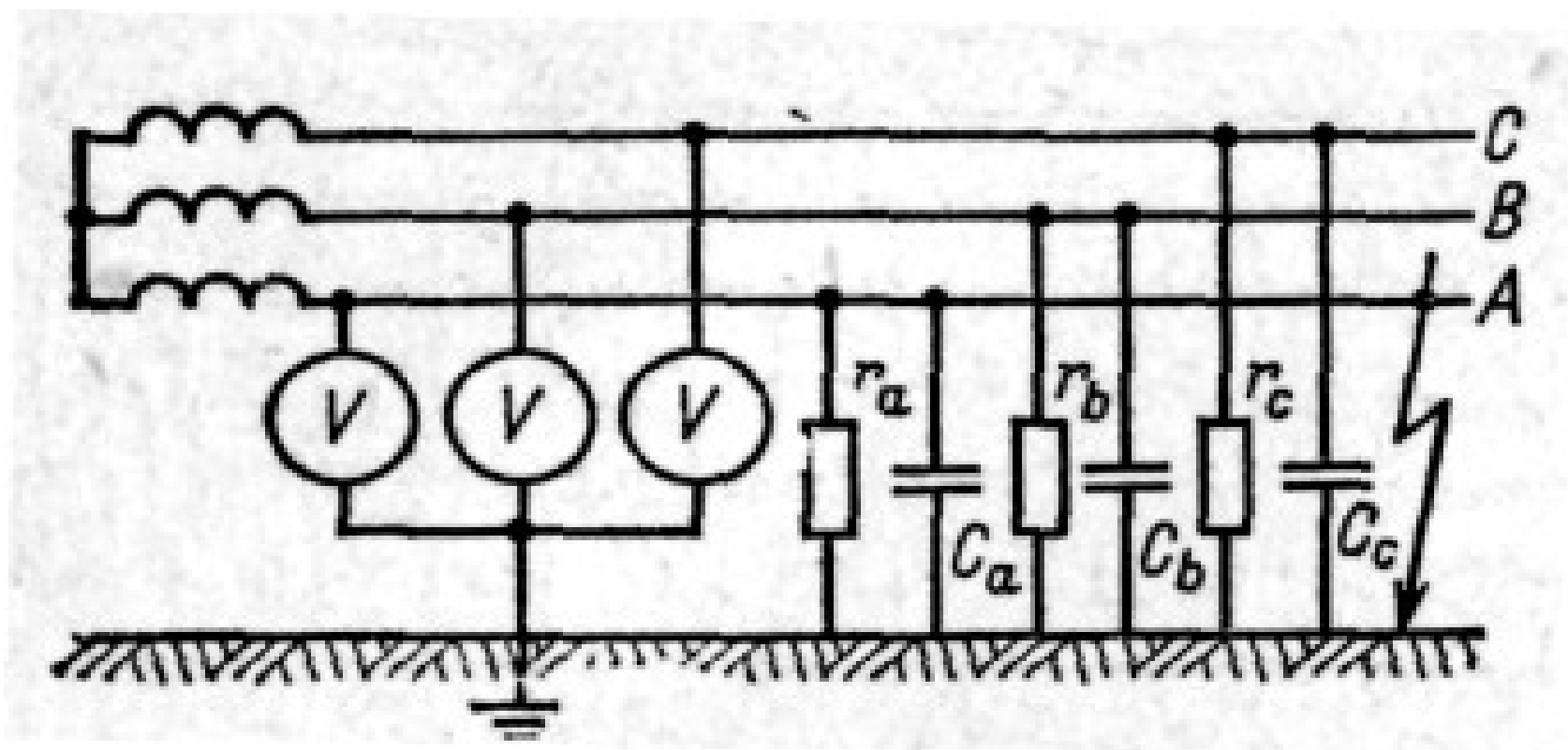
Вентильная схема прибора ПКИ



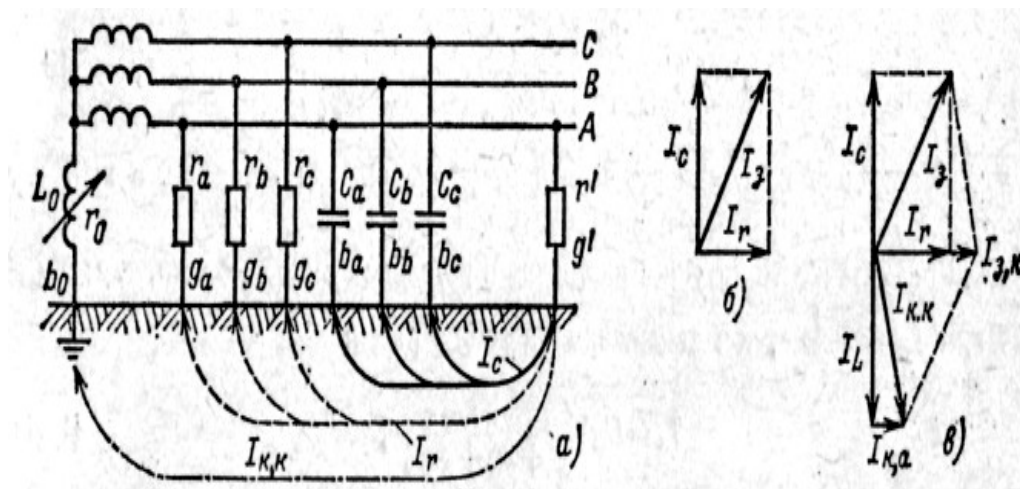
Изоляция

Защита от замыканий на землю,
действующая на сигнал, применяется
также для обнаружения дефектов
изоляции — глухих замыканий на землю.
Такая защита реагирует на напряжение
фаз относительно земли, на напряжение
нулевой последовательности или на ток
нулевой последовательности

Изоляция



Компенсация емкостной составляющей тока КЗ



Компенсация емкостной составляющей тока КЗ

Область применения. Компенсация емкостной составляющей тока замыкания на землю применяется обычно в сетях напряжением выше 1000 В для гашения перемежающейся электрической дуги при замыкании на землю и снижения возникающих при этом перенапряжений. Одновременно уменьшается ток замыкания на землю. ПУЭ предписывают компенсацию, если ток замыкания на землю превышает в сетях напряжением 35 кВ 10 А, 15—20 кВ — 15 А, 10 кВ — 20 А, 6 кВ — 30 А.

В схемах блоков «генератор — трансформатор» напряжением 6—20 кВ компенсация обязательна при токе замыкания на землю более 5 А. При токе замыкания на землю 50 А и более обычно устанавливаются две компенсирующие катушки.

Компенсирующие катушки иногда называют дугогасящими, так как, уменьшая ток замыкания на землю, они способствуют гашению дуги между токоведущими и заземленными частями и, таким образом, ликвидации повреждения — замыкания на землю.

Защита от случайного прикосновения

Прикосновение опасно в сетях до 1000 В, а в сетях свыше 1000 В опасно даже приближение к токоведущим частям.

Защита должна быть обеспечена недоступностью с помощью ограждения, блокировок или расположения токоведущих частей на недоступной высоте или в недоступном месте.

Минимальное расстояние до токоведущих частей ЭУ

<i>U, кВ</i>	<i>Расстояние до</i>	
	<i>людей</i>	<i>механизмов</i>
<i>1,0</i>	<i>0,6</i>	<i>1,0</i>
<i>1-35</i>	<i>0,6</i>	<i>1,0</i>
<i>60, 10</i>	<i>1,0</i>	<i>1,5</i>
<i>150</i>	<i>1,5</i>	<i>2,0</i>
<i>220</i>	<i>2,0</i>	<i>2,5</i>
<i>330</i>	<i>2,5</i>	<i>3,5</i>
<i>400, 500</i>	<i>3,5</i>	<i>4,5</i>
<i>750</i>	<i>5,0</i>	<i>6,0</i>
<i>800*</i>	<i>3,5</i>	<i>4,5</i>
<i>1 150</i>	<i>8,0</i>	<i>10,0</i>

** - Постоянный ток.*

Ограждения

Ограждения применяют как сплошные, так и сетчатые с сеткой 25 X 25 мм. Сплошные ограждения в виде кожухов и крышек применяют в электроустановках напряжением до 1000 В. Применение съемных крышек, закрепляющихся болтами, не обеспечивает надежной защиты, так как зачастую крышки снимаются, теряются или используются для других целей, вследствие чего токоведущие части остаются долгое время открытыми. Более надежны крышки, укрепленные на шарнирах, запирающиеся на замок или запор, который открывается специальным ключом или инструментом.

Сетчатые ограждения применяются в установках напряжением до 1000 В и выше. Сетчатые ограждения имеют двери, запирающиеся на замок

Блокировки (Б)

Б по принципу действия разделяют на электрические и механические. Б применяются в ЭУ, в которых часто производятся работы на ограждаемых токоведущих частях (испытательные стенды, установки для испытания изоляции повышенным напряжением и т. п.). Б также применяются в электрических аппаратах — рубильниках, пускателях, автоматических выключателях и др., работающих в условиях, в которых предъявляются повышенные требования безопасности (судовые, подземные и другие электроустановки).

Двойная изоляция

двойная изоляция (усиленная) для защиты от прикосновения к частям нормально или случайно находящимся под напряжением, электрическая изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции.

— *рабочая изоляция* — изоляция токоведущих частей электроустановки, обеспечивающая ее нормальную работу и защиту от поражения электрическим током.

— *Дополнительная изоляция* - изоляция, предусмотренная дополнительно к рабочей изоляции для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения рабочей изоляции.

Электрическое разделение сетей

электрическое разделение сетей осуществляется путем подключения отдельных электроприемников через разделительный трансформатор

Для разделения сетей могут применяться не только трансформаторы, но и преобразователи частоты и выпрямительные установки, которые должны связываться с питающей их сетью только через трансформатор

не допускается заземление нейтрали или одного из выводов вторичной обмотки разделительного трансформатора или преобразователя

Малые напряжения

Если номинальное напряжение электроустановки, не превышает длительно допустимого напряжения прикосновения, Наибольшая степень безопасности достигается при напряжениях 6—10 В, так как при таком напряжении ток через человека не превысит 1—1,5 мА. На практике применение таких малых напряжений ограничено шахтерскими лампами (2,5 В) и некоторыми бытовыми приборами (игрушки, карманные фонари, электробритвы и т. п.). В производственных переносных электроприемниках с целью повышения безопасности применяются напряжения 12, 36 и 42 В. В помещениях с повышенной опасностью для переносных электроприемников рекомендуется номинальное напряжение 36 В. Сопротивление тела человека при этом напряжении можно принять 2 кОм, и ток через человека в случае прикосновения к двум выводам или фазам может быть $= 36/2 = 18$ мА. Такой ток для большинства людей является неотпускающим. Следовательно, двухфазное прикосновение при напряжении 36 В опасно.

Применение малых напряжений—эффективная защитная мера, но ее широкому распространению мешает трудность осуществления протяженной сети малого напряжения.

Поэтому область применения малых напряжений 12, 36 и 42 В ограничивается ручным электрифицированным инструментом, ручными переносными лампами