

Определение тока срабатывания УЗО путем моделирования тока утечки с помощью переменного резистора

На этом уроке вы ознакомитесь с мерами защиты от электрического тока и его воздействием на организм человека. Как упоминалось в предыдущих уроках, большинство несчастных случаев происходит из-за неправильного использования электричества, а также из-за небрежности и несоблюдения техники безопасности и охраны труда.

На сегодняшнем уроке мы обсудим методы, которые должны быть приняты для соблюдения мер защиты в соответствии с немецкими стандартами, классами защиты и типами защиты IP электрооборудования.



Важно соблюдать:

- правила безопасности для низковольтных систем;
- правила безопасности для электрооборудования и монтажа электроустановок, которые служат для предотвращения несчастных случаев, вызванных поражением электрическим током.



Стандарт DIN VDE 0100-200 различает **прямое прикосновение и косвенное прикосновение**.

Прямое прикосновение – это электрический контакт людей с токоведущими частями, находящимися под напряжением (активным), например, с проводником (**Рисунок 1а**). Чтобы предотвратить прямое прикосновение, работающие детали должны быть снабжены изоляцией, кожухами или прокладками.



Основная защита от прямого прикосновения необходима, когда номинальное напряжение превышает напряжение 25 В переменного тока или напряжение 60 В постоянного тока.

Косвенное прикосновение – это электрический контакт людей с открытыми проводящими частями, оказавшимися под напряжением при повреждении изоляции, например, с кожухом (корпусом) электрической машины (**Рисунок 2б**). Токопроводящее соединение, образованное в результате нарушения целостности изоляции, называется **дефектом каркаса**.

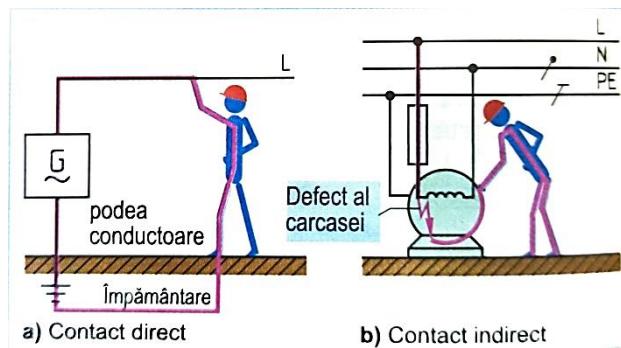


Рисунок 1. Прямое и косвенное прикосновение.



Прямое прикосновение происходит, когда люди или животные вступают в прямой электрический контакт с токоведущими частями, находящимися под напряжением, например, с проводником.



Косвенное прикосновение происходит, когда люди или животные вступают в прямой электрический контакт с определенными частями электрического оборудования, оказавшимися под напряжением при повреждении изоляции.



Требования, которые необходимо соблюдать для основной защиты от прямого прикосновения.

Основная защита при нормальных условиях (защита от прямого контакта), прикосновения) относится к ненарушенному, нормальному функционированию, цель которой – сделать находящиеся под напряжением компоненты электрооборудования, например, светильники, недосягаемыми для людей. (Рисунок. 2).

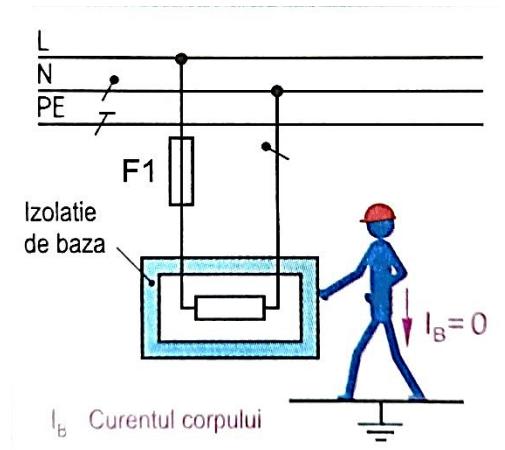


Рисунок 2. Защита с помощью основной изоляции.

К опасным компонентам, находящимся под напряжением, запрещается прикасаться. Токопроводящие провода не должны становиться опасными токоведущими частями в нормальных или аварийных условиях.

Основная изоляция элементов, находящихся под напряжением.

Компоненты, находящиеся под напряжением, должны быть полностью закрыты изоляцией, усиленной с точки зрения электрических и механических характеристик. Изоляция должна быть выполнена таким образом, чтобы ее можно было удалить только путем разрушения. **Рисунок 3.**

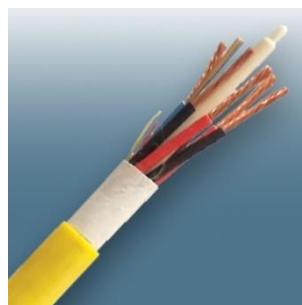


Рисунок 3. Защита путем основной изоляции деталей, находящихся под напряжением.

Крышки или оболочки, например, для выключателей или розеток, защищают их от прямого воздействия (**Рисунок 4**). Они должны соответствовать, по крайней мере, степени защиты IP 2x или IP XXB, а для легкодоступных поверхностей обязательных крышек они должны соответствовать степени защиты IP 4X или IP XXR. Крышки и оболочки должны быть надежно закреплены, чтобы их можно было снять только с помощью инструмента.



Рисунок 4. Защита кожухом.



Защита в случае косвенного прикосновения.

Защита при повреждении – это защита, которая может быть применена от поражения электрическим током в условиях повреждения. Она защищает людей и домашних животных, когда основная защита не срабатывает. Если основная защита устройства с номинальным напряжением частей переменного тока 50 В

выходит из строя, например, из-за нарушения изоляции, любой контакт под напряжением может угрожать здоровью человека. Неисправная система должна быть отключена в течение очень короткого периода времени, например, 0,4 секунды при 230 В переменного тока. **Таблица 1.**

Цепь	Номинальное напряжение переменного тока U_0	Время отключения t_c
Конечные цепи* с номинальной силой тока до 32 А включительно	$50 \text{ В} < U_0 \leq 120 \text{ В}$ $120 \text{ В} < U_0 \leq 230 \text{ В}$ $230 \text{ В} < U_0 \leq 400 \text{ В}$ $U_0 > 400 \text{ В}$	0,8 с 0,4 с 0,2 с 0,1 с
Распределительные цепи	--	5 с

Таблица 1. Максимальное время отключения в системе TN



Заданное заземление PE. Для обеспечения электробезопасности одна или несколько точек сети или оборудования, относящихся к **классу защиты I**, должны быть заземлены.



Классы защиты.

На случай неисправности электрооборудование должно иметь систему защиты от поражения электрическим током, чтобы обеспечить безопасное выполнение работ (например, в квартирах, офисах, мастерских, учебных лабораториях).

Что касается защиты от поражения электрическим током, оборудование делится на **классы защиты I, II, III**, в соответствии со свойством защиты от прямого и косвенного прикосновения.

Таблица 2.

Класс защиты	Идентификационная маркировка	Применяется в качестве защитной меры:
I		С защитным кабелем (оборудование подключено к защитному кабелю электрической системы, например, электродвигатель)
II		Двойная или предварительно усиленная изоляция: защитная изоляция (оборудование с основной изоляцией и дополнительной или усиленной изоляцией, например, светильники)
III		Низкое напряжение (подключение только к цепям SELV и PELV, например, стр. 349 для бочкообразных ламп)

Таблица 2. Определение классов защиты в соответствии с IEC 417.



Типы защиты.

Бытовые приборы, например, фены или вентиляторы отопления, имеют отверстия для забора и выпуска воздуха. Во избежание несчастных случаев следует избегать любого контакта с компонентами под напряжением.



В зависимости от предполагаемого использования и места установки оборудования должны быть приняты меры защиты от контакта с инородными телами и попадания воды.

Символ защиты в виде букв IP и двух последующих цифр кода, например, IP 54.

После IP могут появляться дополнительные буквы, а также цифры, например,

IP23 CS. Таблица 3.

Руководство по классификации IP и IPX

Твердые		Жидкие		
1	Защита от твердых тел размером крупнее 50 мм		1	Защита от капель
2	Защита от контакта с пальцами и твердыми телами аналогичного размера (крупнее 12,5 мм)		2	Защита от падающих капель под углом до 15° к вертикали
3	Защита от проводов и небольших винтов и т. д.		3	Защита от брызг воды
4	Защита от мелких жучков, муравьев, мелких проводов и т. д.		4	Защита от воды, разбрызгиваемой со всех направлений
5	Защита от пыли. Защищены от пыли, но не герметизированы		5	Защита от струй
6	Полная защита от пыли. Пыленепроницаемые и полностью защищенные от контакта с твердыми телами. До 8 часов.		6	Защита от сильных струй
			7	Защита от погружения в воду до 1 метра продолжительностью до 30 минут
			8	Защита от погружения в воду до 1 метра продолжительностью свыше 30 минут
			9	Защита от аэрозолей от струй горячей воды под высоким давлением

Таблица 3. Виды защиты электрооборудования.



Правила безопасности для низковольтных систем.

Правила безопасности для электрооборудования и монтажа электроустановок, которые служат для предотвращения несчастных случаев, вызванных поражением электрическим током. Любой производитель электрооборудования, например, игрушек, бытовых приборов или электроустановок, должен соблюдать

законы, правила и положения, применяемые при установке, ремонте или обслуживании систем.



Необходимо избегать повреждений, обуславливающих поражения электрическим током людей, животных или имущества. Основой для этого служит свод правил VDE.

! Важные правила и положения:

- Оборудование и приборы VDE маркируются знаком испытания VDE **Таблица 4.**
- Маркировка испытания на безопасность, находится на устройствах, соответствующих законодательству о безопасности продукции, правилам промышленной безопасности и правилам предотвращения несчастных случаев, произведенных на линиях с «гармонизированными» декларациями, одобренными во всех странах CENELEC)

Таблица 5.

Символ	Описание и примеры
	Маркировка VDE для электротехнической продукции, например, монтажных переключателей и электроприборов
	Маркировка VDE об электронных испытаниях компонентов и узлов в электротехнике, например, источников питания и преобразователей частоты
	Индикаторный провод VDE для изолированных линий и кабелей, который должен быть изготовлен в соответствии с национальным стандартом
	Идентификатор кабеля VDE для проводниковых кабелей, изолированных линий, кабелей и кабельных каналов
	Системы радиозащиты VDE для электроприборов
	Маркировка VDE GS в соответствии с законом о безопасности продукта для утвержденных электроприборов (напр., электроинструментов)

Таблица 4. Испытания VDE в соответствии с DIN VDE 0024.

В Германии действуют следующие условия исполнения установок в соответствии с предписаниями VDE:

- **Техническое подключение ТСС / TAB;**
- **Стандарты Федерального объединения по энергетики и водного хозяйства.**

Условия подключения, регулируют подключение к низковольтной сети оператора

сети, они включают, в частности, правила по процедурам регистрации, ввода в эксплуатацию, подключения к дому и измерительным системам.

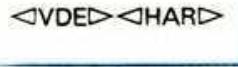
Символ	Описание и примеры
	Маркировка гармонизации VDE для изолированных линий и кабелей
	Гармонизированный VDE индикаторный провод для изолированных линий и кабелей
	Испытание CEE ⁴ для монтажных устройств и материалов в соответствии с положениями CEE
	Идентификация CE ⁵ для промышленных изделий, соответствующих законодательству ЕС в Европе

Таблица 5. Испытания CEE в соответствии с DIN VDE 0024.



Роль автоматического выключателя остаточного тока.

Как обсуждалось в уроке «Компоненты электрического оборудования», автоматический выключатель остаточного тока — это устройство, которое используется для защиты людей и срабатывает при появлении тока неисправности. Автоматические выключатели остаточного тока используются в системах TN-S, TN-CS, TT и IT, или во всех системах, где нулевой и защитный проводники разделены. Эти системы мы обсудим на следующем уроке.

Автоматические выключатели остаточного тока используются для **защиты от прямого и косвенного прикосновения** к токоведущим частям. В этом случае в качестве защиты от **косвенного прикосновения** (защита от неисправностей) используется дифференциальный автоматический выключатель с $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$.

Для защиты при **прямом прикосновении** должны использоваться дифференциальные автоматические выключатели с током повреждения $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$. Для противопожарной защиты, согласно DIN VDE 0100-482 и IEC 60364-4-482, все проводники в системах TN и TT должны быть заземлены для отвода остаточного тока $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$. При применении, когда неисправности могут вызвать воспламенение, остаточный ток должен быть $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$.