

# Анализ опасности поражения током в различных электрических сетях

Прохождение тока через человека, является следствием его прикосновения не менее, чем к двум точкам электрической цепи, между которыми есть некоторая разность потенциалов (напряжение).

Опасность такого прикосновения неоднозначна и зависит от ряда факторов:

- схемы включения человека в электрическую цепь;
- напряжения сети;
- схемы самой сети;
- режима нейтрали сети;
- степени изоляции токоведущих частей от земли;
- ёмкости токоведущих частей относительно земли.

## Классификация сетей напряжением до 1000 В

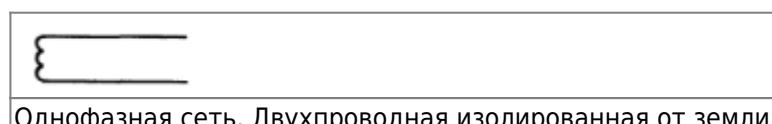
### Однофазные сети

Однофазные сети разделяются на двухпроводные и однопроводные.

#### Двухпроводные

Двухпроводные сети делятся на изолированные от земли и с заземлённым проводом.

##### Изолированные от земли



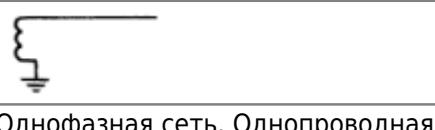
##### С заземлённым проводом



Данные сети широко используются в народном хозяйстве, начиная с питания малым напряжением переносного инструмента и заканчивая питанием мощных однофазных потребителей.

#### Однопроводные

В случае однопроводной сети, роль второго провода выполняет земля, рельс и т.д.



Основное применение данные сети получили в электрифицированном транспорте (электропоезда, трамваи, метро и т.д.).

## Трёхфазные сети

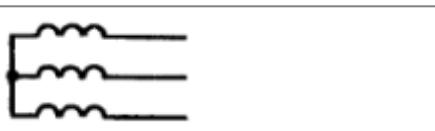
В зависимости от режима нейтрали источника тока и наличия нейтрального или нулевого проводника могут быть выполнены по четырём схемам.

**Нейтральная точка источника тока** - точка трехфазной обмотки (генератора или трансформатора), которая характеризуется равным действующим значением напряжения по отношению к любой фазе источника тока. Такая точка получается при соединении обмоток в звезду.

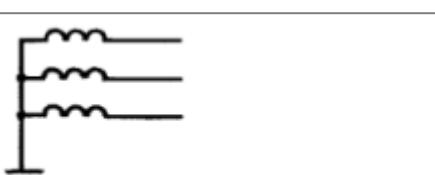
**Нулевая точка источника тока** - заземлённая нейтральная точка.

Проводник, присоединённый к нейтральной точке, называется нейтральным проводником (нейтралью), а к нулевой точке - нулевым проводником.

### 1. Трёхпроводная сеть с изолированной нейтралью



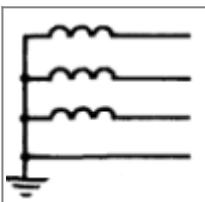
### 2. Трёхпроводная сеть с заземлённой нейтралью



### 3. Четырёхпроводная сеть с изолированной нейтралью



### 4. Четырёхпроводная сеть с заземлённой нейтралью



Трёхфазная сеть. Четырёхпроводная с заземлённой нейтралью.

При напряжении до 1000В в нашей стране используются схемы «1» и «4».

## Схемы включения человека в электрическую цепь

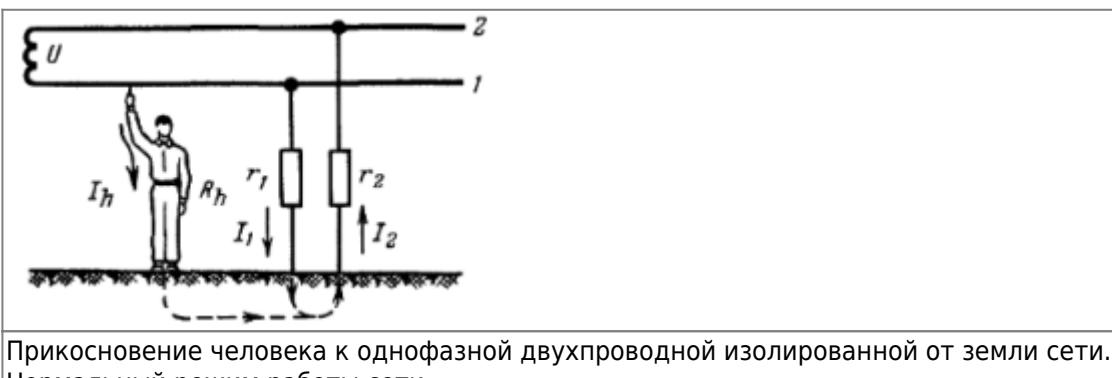
- **Двухфазное прикосновение** - между двумя фазами электрической сети. Как правило, наиболее опасное т.к., имеет место быть линейное напряжение. Однако данные случаи довольно редки.
- **Однофазное прикосновение** - между фазой и землёй. При этом предполагается наличие электрической связи между сетью и землёй.

*Подробнее о схемах включения человека в цепь см. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках.*

### Однофазные сети

#### Изолированная от земли

- Нормальный режим

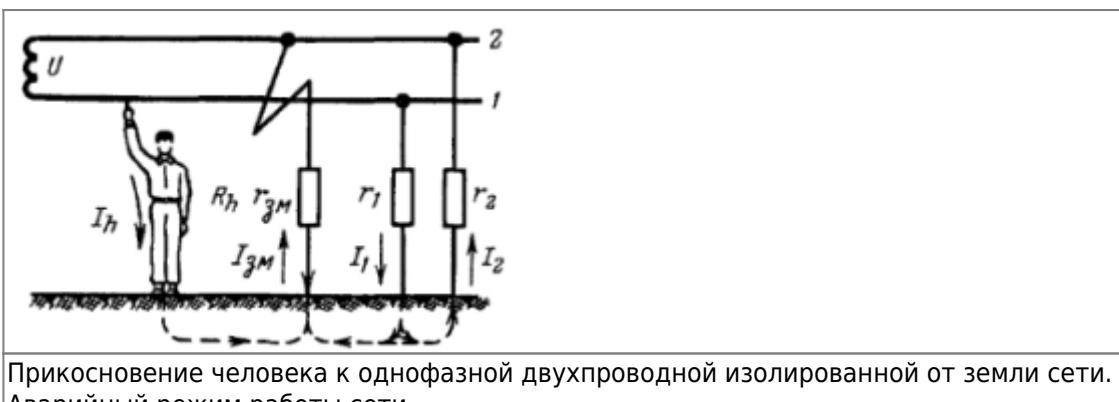


Прикосновение человека к однофазной двухпроводной изолированной от земли сети.  
Нормальный режим работы сети.

Чем лучше изоляция проводов относительно земли, тем меньше опасность однофазного прикосновения к проводу.

Прикосновение человека к проводу с большим электрическим сопротивлением изоляции более опасно.

- Аварийный режим



Прикосновение человека к однофазной двухпроводной изолированной от земли сети.  
Аварийный режим работы сети.

При замыкании провода на землю, человек прикоснувшись к исправному проводу, оказывается под напряжением, равным почти полному напряжению линии, независимо от сопротивления изоляции проводов.

### С заземлённым проводом

- Прикосновение к незаземлённому проводу



Прикосновение человека к незаземлённому проводнику однофазной двухпроводной сети.  
Нормальный режим работы сети.

В данном случае, человек оказывается практически под полным напряжением сети.

- Прикосновение к заземлённому проводу



Прикосновение человека к заземлённому проводнику однофазной двухпроводной сети.  
Нормальный режим работы сети.

В нормальных условиях прикосновение к заземлённому проводу практически не опасно.

- Прикосновение к заземлённому проводу. Аварийный режим работы



При коротком замыкании напряжение на заземлённом проводе может достигать опасных значений.

## Трёхфазные сети

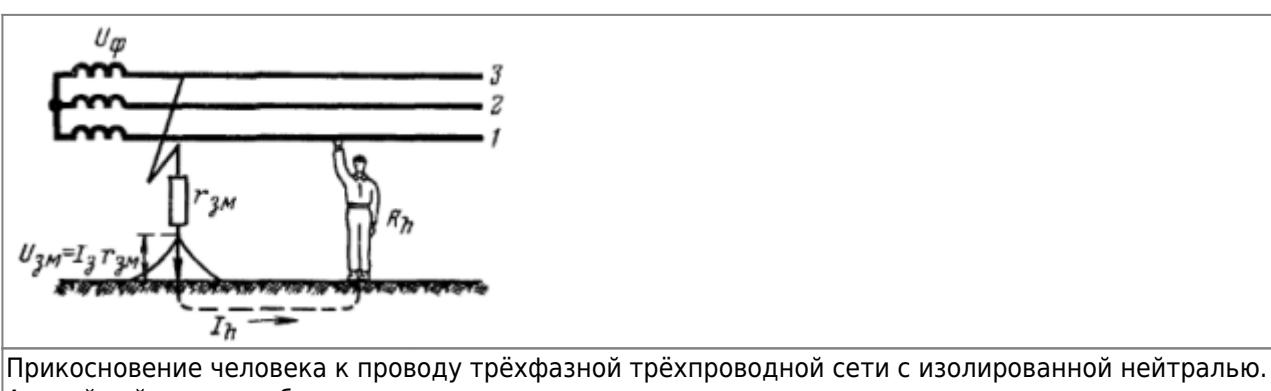
### С изолированной нейтралью

- Нормальный режим



Опасность прикосновения определяется полным электрическим сопротивлением проводов относительно земли, с увеличением сопротивления, опасность прикосновения уменьшается.

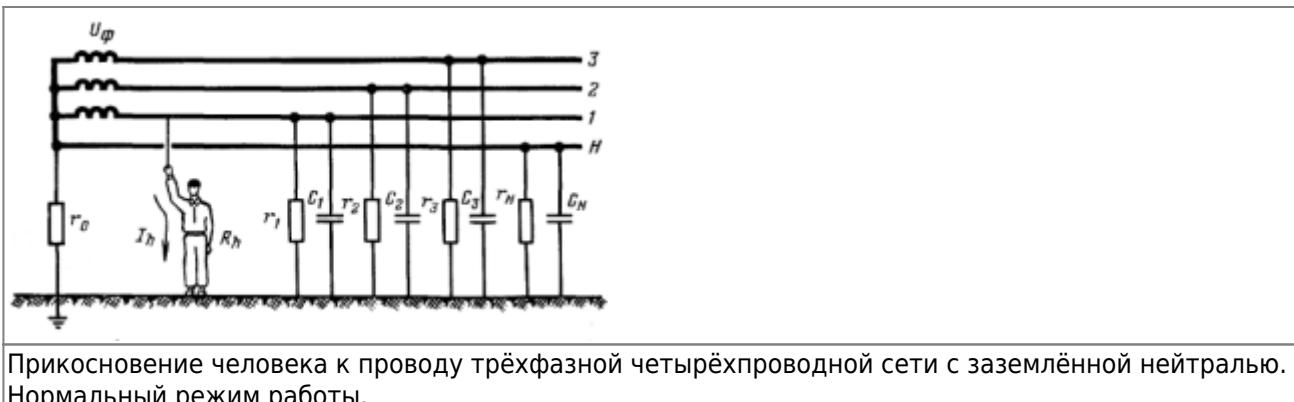
- Аварийный режим



Напряжение прикосновения практически равно линейному напряжению сети. Наиболее опасный случай.

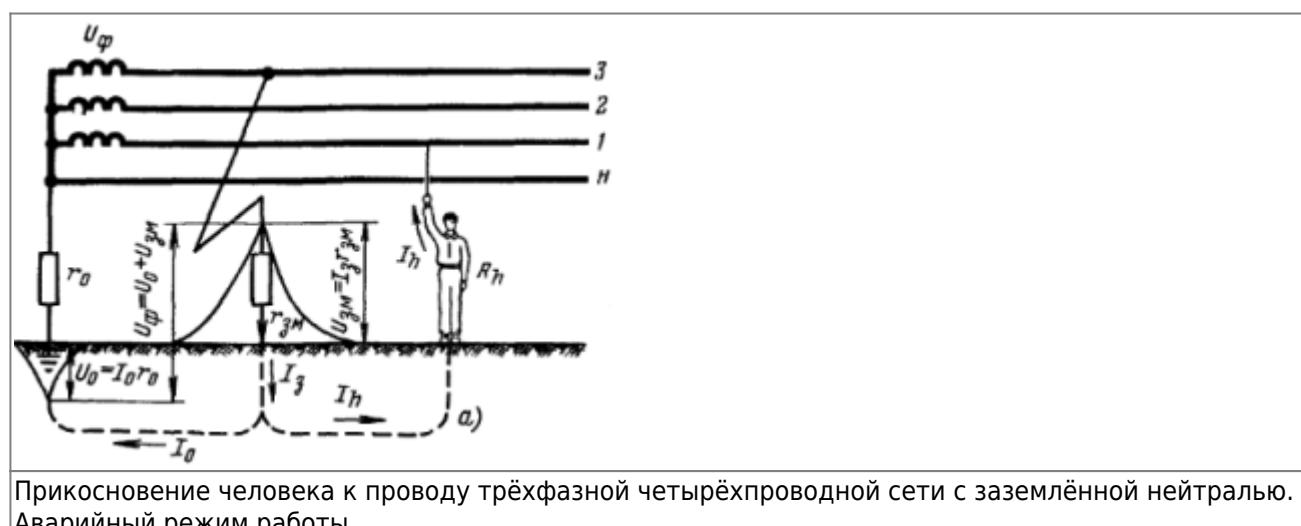
## С заземлённой нейтралью

- Нормальный режим



Человек в данном случае оказывается практически под фазным напряжением сети.

- Аварийный режим



Величина напряжения прикосновения лежит между линейным и фазным напряжением, зависит от соотношения между сопротивлением замыкания на землю  $r_{3M}$  и сопротивлением заземления  $r_0$ .

## Меры обеспечения электробезопасности

- Исключение контакта человека с токоведущими частями.  
Реализуется посредством расположения токоведущих частей в недоступных местах (на высоте, в кабельных каналах, коробах, трубах и т.д.)
- Использование малых напряжений (12, 24, 36 В).  
Например, для питания ручного инструмента в помещениях с повышенной опасностью поражения электрическим током.
- Использование двойной изоляции.

Например, выполнение корпуса электроустановки из диэлектрика.

- Применение средств индивидуальной защиты.

Перед применением СИЗ необходимо обязательно убедиться в их исправности, целостности, а также проверить сроки предыдущей и последующей поверки инструмента.

**Основные защитные средства** обеспечивают непосредственную защиту от поражения электрическим током.

**Дополнительные защитные средства** не могут самостоятельно обеспечить безопасность, но могут помочь при использовании основных средств.

- Контроль изоляции оборудования и сетей.

- Выходной контроль.

- Плановый.

- Внеочередной и т.д.

- Защитное разделение сетей.

Позволяет уменьшить ёмкость линий вблизи потребителей электрической энергии.

- Защитное заземление - преднамеренное электрическое соединение металлических нетоковедущих частей, могущих оказаться под напряжением, с землёй или её эквивалентом (популярно о заземлении на [geektimes.ru](http://geektimes.ru)).



Принципиальная схема защитного заземления в сетях с изолированной нейтралью до 1000В.

В сетях до 1000 В защитное заземление применяется в сетях с изолированной нейтралью.

Принцип действия заключается в уменьшении до безопасного значения напряжения прикосновения.

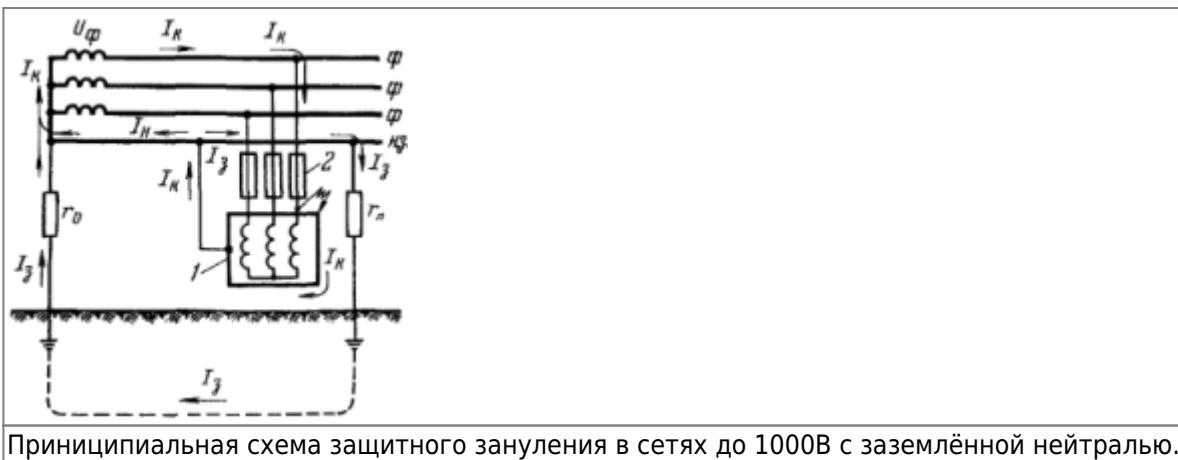
Когда заземление невозможно, в целях защиты выравнивают потенциал основания на котором стоит человек и оборудования, путём повышения. Например, соединение ремонтной корзины с фазным проводником ЛЭП.

Заземлители делятся на:

- a. Искусственные, предназначенные для целей заземления непосредственно.
- b. Естественные, находящиеся в земле металлические предметы иного назначения, которые могут быть использованы в качестве заземлителей. Исключения по критерию взрывопожароопасности (газопроводы и т.д.).

Сопротивление заземления должно быть не более нескольких Ом. При этом со временем в результате коррозии сопротивление заземлителя возрастает. Поэтому его величина должна периодически контролироваться (зима/лето).

- Защитное зануление - преднамеренное соединение металлических нетоковедущих частей, могущих оказаться под напряжением, с многократно заземлённым нулевым защитным проводником.



Принципиальная схема защитного зануления в сетях до 1000В с заземлённой нейтралью.

Область применения - электроустановки с заземлённой нейтралью с напряжением до 1000В.

Принцип действия - превращение замыкания на корпус оборудования в однофазное короткое замыкание, с последующим отключением оборудования по превышению максимально допустимой силы тока.

Токовая защита реализуется либо с помощью автоматических выключателей, либо плавких предохранителей. Особое внимание необходимо уделить выбору толщины нулевого защитного провода, достаточной для проведения тока короткого замыкания.

- Применение УЗО (устройств защитного отключения).

Данный вид защиты срабатывает, когда токи входящий и выходящий в отслеживаемом контуре не совпадают по величине т.е., когда имеет место быть утечка тока. Например, при прикосновении человека к фазному проводу, часть тока уходит мимо основного контура в землю, что и вызывает отключение питания оборудования в контролируемом контуре. Подробнее, [см. здесь](#).

From:  
<https://jurik-phys.net/> - Jurik-Phys.Net

Permanent link:  
[https://jurik-phys.net/lifesafety:engineering:electro\\_ch-2?rev=1590312185](https://jurik-phys.net/lifesafety:engineering:electro_ch-2?rev=1590312185)

Last update: **2020/05/24 12:23**

