**ЛЕКЦИЯ 10**

**ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ**

**ДО 1 КВ**

**Система *ТN*** - система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а ОПЧ присоединены к глухозаземленной нейтрали посредством нулевых защитных проводников.

**Система *ТN–С*** – система *ТN*, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении (рис. 1).

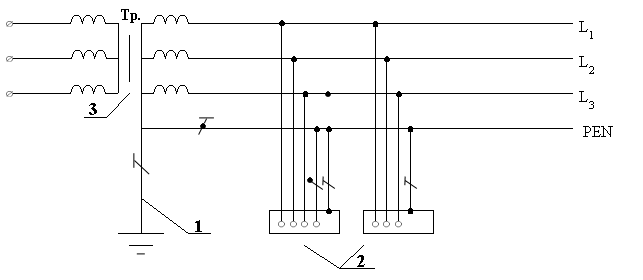


Рис. 1. Схема системы *ТN–С*: 1 – заземлитель нейтрали; 2 – ОПЧ;

3 – источники питания, трансформатор

**Система *ТN-S*** - система *ТN*, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем ее протяжении (рис. 2).

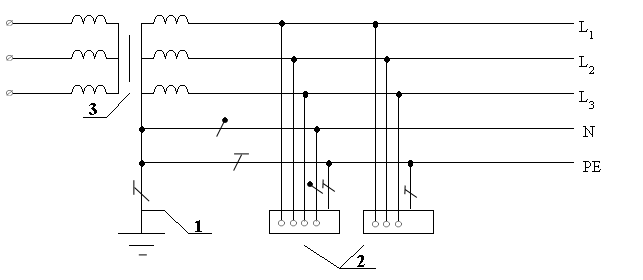


Рис. 2. Схема системы *ТN–S*: 1 – заземлитель нейтрали; 2 – ОПЧ;

3 – источник питания, трансформатор

**Система *ТN-С-S*** - система *ТN*, в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике в какой-то ее части (до ВРУ), начиная от источника питания (рис. 3).

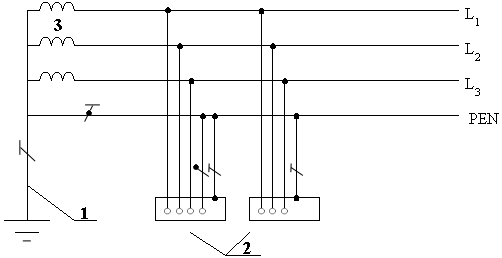


Рис. 3. Схема системы *ТN–С–S*: 1 – заземлитель нейтрали;

2 – ОПЧ; 3 – источники питания, трансформатор; 4 - вводное распределительное устройство (ВРУ)

**Система *IT*** – система, в которой нейтраль источника питания изолирована от земли, а ОПЧ заземлены (рис. 4).

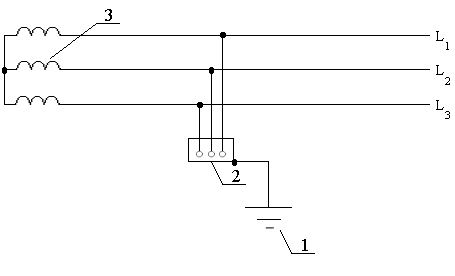


Рис. 4. Схема системы *IT*: 1 - заземляющее устройство электрической установки (ОПЧ); 2 – ОПЧ; 3 - источник питания, трансформатор

**Система *ТТ*** – система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а ОПЧ электрической установки заземлены при помощи заземляющего устройства электрически независимо от глухозаземленной нейтрали источника (рис. 5).

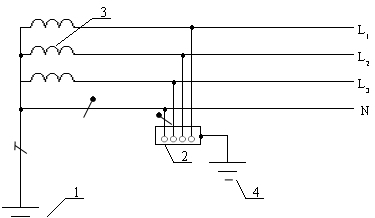


Рис. 5. Схема системы *ТТ*: 1 – заземлитель нейтрали; 2 – ОПЧ;

3 – источник питания, трансформатор; 4 – заземлитель ОПЧ

В обозначении систем первая буква – состояние нейтрали:

*Т* – заземленная нейтраль;

*I* – изолированная нейтраль.

Вторая буква – состояние ОПЧ относительно земли:

*Т* – ОПЧ заземлены, независимо от отношения к земле нейтрали источника питания;

*N* – ОПЧ присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания.

Последующие (после *N*) буквы – совмещение в одном проводнике или разделение функции нулевого рабочего и нулевого защитного проводников.

*S* – нулевой рабочий (*N*) и нулевой защитный (РЕ) проводники разделены;

*С* – функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (РЕN–проводник);

*N* -  - нулевой рабочий (нейтральный) проводник;

*РЕ–Т* – нулевой защитный проводник, заземляющий проводник.

*РЕN–Т* – совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводник.

**Схемы включения человека в электрическую цепь тока**

Существуют различные схемы включения человека в электрическую цепь тока:

- однофазное прикосновение – прикосновение к проводнику одной фазы действующей электроустановки;

- двухфазное прикосновение – одновременное прикосновение к проводникам двух фаз действующей электроустановки;

- прикосновение к нетоковедущим частям электроустановок, оказавшихся под напряжением в результате повреждения изоляции;

- включение под напряжение шага – включение между двумя точками земли (грунта), находящимися под разными потенциалами.

Рассмотрим наиболее характерные схемы включения человека в электрическую цепь тока.

**Однофазное прикосновение в сети с глухозаземленной нейтралью.** Ток, протекающий через тело человека (*Ih*) при однофазном прикосновении (рис. 6) замкнется по цепи: фаза *L*3 – тело человека - основание (пол) – заземлитель нейтрали – нейтраль (нулевая точка).

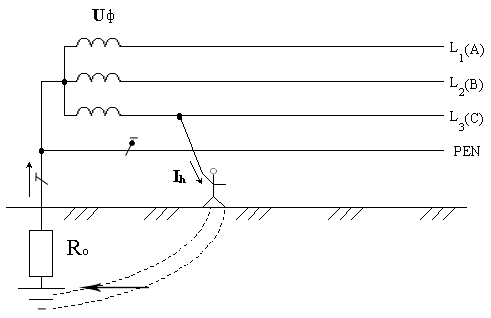


Рис. 6. Схема однофазного прикосновения в сети

с глухозаземленной нейтралью

По закону Ома: ,

Где *R*о – сопротивление заземления нейтрали,

*R*осн - сопротивление основания.

Если основание (пол) токопроводящее, то *R*осн ≈ 0

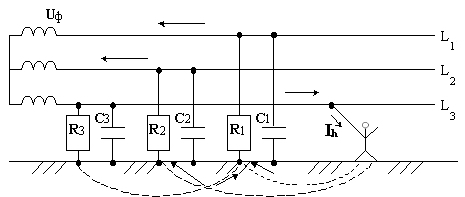
Учитывая то, что *R*о « *Rh*, то



*Uh* = *U*ф

Такое прикосновение крайне опасно.

**Однофазное прикосновение в сети с изолированной нейтралью.** Ток, протекающий через тело человека (рис. 7) замкнется по цепям: фаза *L*3 – тело человека – пол и далее возращается в сеть через изоляции фаз *L*2 и *L*1, т.е. далее ток следует по цепям: изоляция фазы *L*2 - фаза *L*2 - нейтраль (нулевая точка) и изоляция фазы *L*1 - фаза *L*1 – нейтраль (нулевая точка). Таким образом, в цепи тока, протекающего через тело человека, последовательно с ним оказываются включенными изоляции фаз *L*2 и *L*1.



### Рис. 7. Схема однофазного прикосновение в сети

с изолированной нейтралью

Сопротивление изоляции фазы *Z* имеет активную (*R*) и емкостную составляющие (*С*).

*R* – характеризует неидеальность изоляции, т.е. способность изоляции проводить ток, хотя и значительно хуже, чем металлы;

*С* – емкость фазы относительно земли определяется геометрическими размерами воображаемого конденсатора, «пластинками» которого являются фазы и земли.

При *R*1 = *R*2 = *R*3 = *R*ф и *С*1 = *С*2 = *С*3 = *С*Ф ток, протекающий через тело человека:

,

где *Z* - полное сопротивление изоляции фазного провода относительно земли.



Если емкость фаз пренебречь *С*ф = 0 (воздушные сети небольшой протяженности), то:

,

откуда следует, что величина тока зависит не только от сопротивления человека, но также от сопротивления изоляции фазного провода относительно земли.

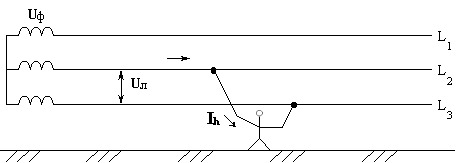
Если, например, *R*1 = *R*2 = *R*3 = 3000 Ом, то

; *Uh* = 0,0111000 = 110 В

**Двухфазное прикосновение.** При двухфазном прикосновении (рис. 8) независимо от режима нейтрали человек окажется под линейным напряжением сети *U*л и по закону Ома:

,

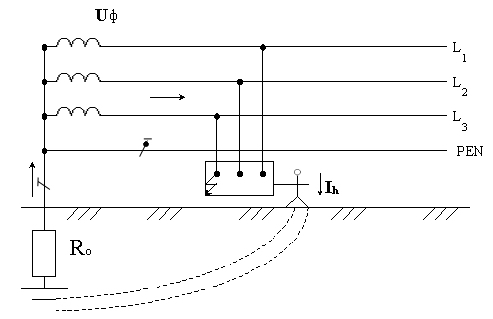
при *U*л =380 В: *I* = 380/1000 = 0,38 А = 380 мА.



### Рис. 8. Схема двухфазного прикосновения человека

Двухфазное прикосновение крайне опасно, такие случаи сравнительно редки и являются, как правило, результатом работы под напряжением в электроустановках до 1000 В, что является нарушением правил и инструкции.

**Прикосновение к металлическому корпусу, оказавшемуся под напряжением.** Прикосновение к корпусу электроустановки (рис. 9), в которой фаза (*L*3) замкнулась на корпус, равносильно прикосновению к самой фазе. Поэтому анализ и выводы для случаев однофазного прикосновения, рассмотренные ранее, полностью применяются для случая замыкания на корпус.



### Рис. 9. Схема прикосновения человека к металлическому

корпусу, оказавшемуся под напряжением