

Филин Сергей Александрович
(<http://upr-proektom.ru/lektrobezopasnost>),

Электробезопасность



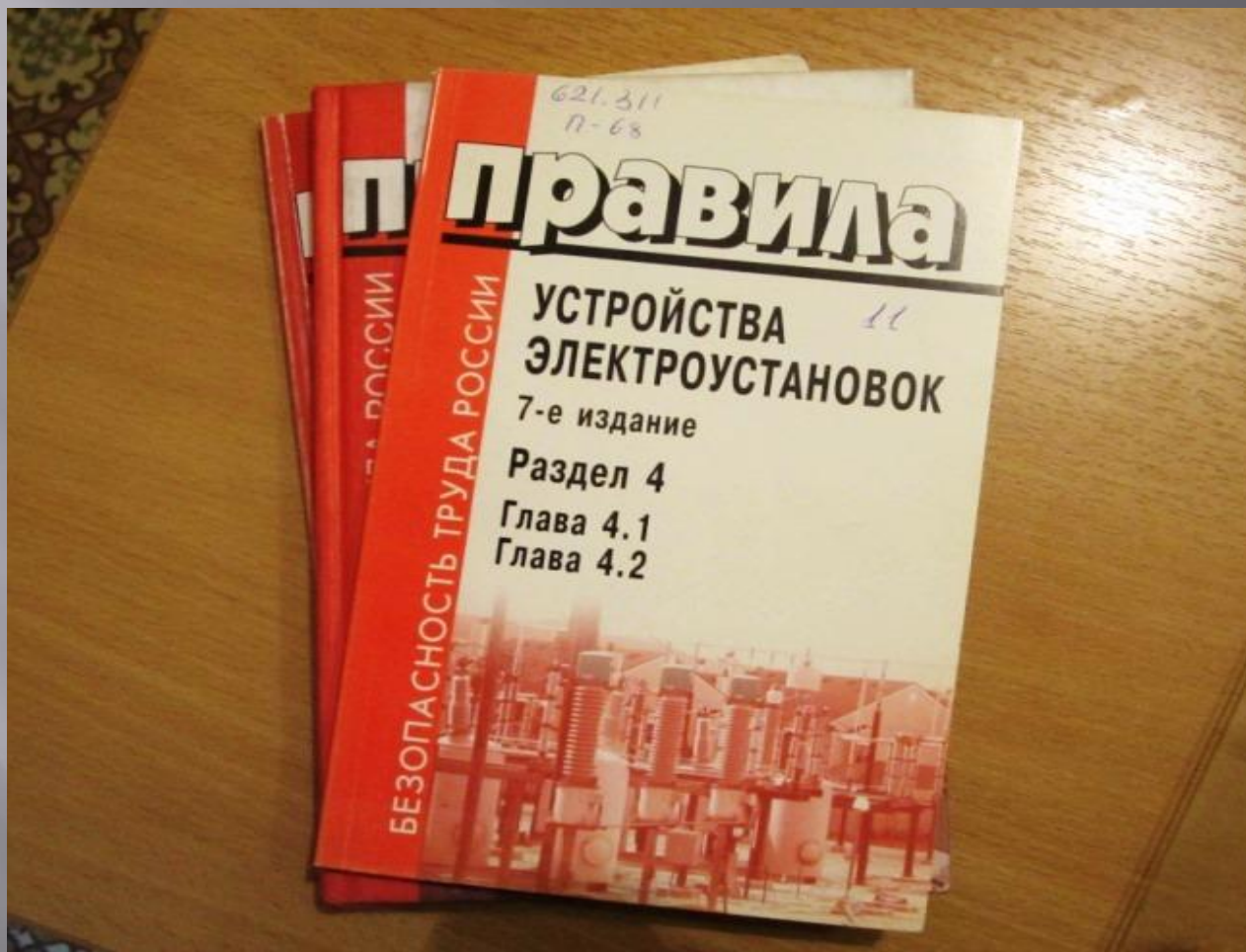
МЕРОПРИЯТИЯ ЭБ

Технические мероприятия

Правила устройства электроустановок

1. Основные понятия и определения.
2. Общие указания по устройству ЭУ.
3. Категории электроприёмников.
4. Виды заземления и защитные меры электробезопасности.
5. Меры защиты от прямого и косвенного прикосновения.

Устройство электрических сетей.



<http://upr-proektom.ru/ru>

Устройство электрических сетей.

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) — группа нормативных правовых актов СССР, группа нормативных документов Минэнерго. Стандарт организации СО 153-34.20.120-2003 РАО ЕЭС дословно совпадает с ПУЭ. ПУЭ не является документом в области стандартизации. В данный момент различные редакции действуют на территории России (6 и 7-е (переизданные главы) издание), на Украине (издание ПУЭ-2009), в Белоруссии (6-е издание) и так далее.

Описывает устройство, принцип построения, особые требования к отдельным системам, их элементам, узлам и коммуникациям электроустановок.

Устройство электрических сетей.

Действующая версия правил не учитывает требования по защите электроустановок от пожаров (ГОСТ Р 50571.17-2000), защите от перенапряжений, вызываемых замыканиями на землю в электроустановках выше 1 кВ, грозовыми разрядами и коммутационными переключениями (ГОСТ Р 50571.18-2000, ГОСТ Р 50571.19-2000), электромагнитными воздействиями (ГОСТ Р 50571.20-2000).

Устройство электрических сетей.

История

В течение более чем 50 лет ПУЭ регулярно пересматривались и дополнялись. Эту необходимость диктовал постоянный прогресс техники и технологий и повышение требований к безопасности и надежности электроустановок. Модифицированные ПУЭ выпускались в виде новых последовательных изданий.

Первое издание и второе издания ПУЭ выдавались постепенно, отдельными главами (разделами) и ориентировочно датируются 1947-1949 и 1950-1956 гг соответственно.

В третьем издании впервые все главы были выпущены в одной книге 1964 - 1965 гг.

Четвёртое издание увидело свет в 1971 году.

Пятое издание выпускалось отдельными выпусками в период 1976-1982 гг.

Шестое издание ПУЭ подготовили организации Министерства энергетики и электрификации СССР. Срок введения в действие ПУЭ шестого издания — 1 июня 1985 года.

Седьмое издание издавалось частями по главам и разделам:

с 1 июля 2000 года приказом Министра топлива и энергетики РФ от 6 октября 1999 года введены в действие главы 6.1-6.6, 7.1,7.2,

Устройство электрических сетей.

с 1 января 2003 года приказом Министерства энергетики России от 08.07.02 № 204 введены в действие главы 1.1-1.9, 7.5,7.6,7.9.

с 1 октября 2003 года приказом Минэнерго России от 20 мая 2003 г. N 187 введены в действие 2.4,2.5.

с 1 ноября 2003 года приказом Минэнерго России от 20 июня 2003 г. N 242 введены в действие 4.1, 4.2.

В Российской Федерации «Правила устройства электроустановок» действуют в виде отдельных разделов и глав седьмого издания и действующих разделов и глав шестого издания.

Устройство электрических сетей.

ПУЭ (6 издание)	ПУЭ (7 издание)
Раздел 1. Общие правила	Раздел 1. Общие правила
Глава 1.3. Выбор проводников по нагреву, экономической плотности тока и по условиям короны Глава 1.4. Выбор электрических аппаратов и проводников по условиям короткого замыкания Глава 1.5. Учет электроэнергии Глава 1.6. Измерения электрических величин	Глава 1.1. Общая часть Глава 1.2. Электроснабжение и электрические сети Глава 1.7. Заземление и защитные меры электробезопасности Глава 1.8. Нормы приемо-сдаточных испытаний Глава 1.9. Изоляция электроустановок
Раздел 2. Канализация электроэнергии	Раздел 2. Передача электроэнергии
Глава 2.1. Электропроводки Глава 2.2. Токопроводы напряжением до 35 кВ Глава 2.3. Кабельные линии напряжением до 220 кВ	Глава 2.4. Воздушные линии электропередачи напряжением до 1 кВ Глава 2.5. Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ

Устройство электрических сетей.

ПУЭ (6 издание)	ПУЭ (7 издание)
Раздел 1. Общие правила	Раздел 1. Общие правила
Раздел 3. Защита и автоматика	
Глава 3.1. Защита электрических сетей напряжением до 1 кВ	
Глава 3.2. Релейная защита	
Глава 3.3. Автоматика и телемеханика	
Глава 3.4. Вторичные цепи	
Раздел 4. Распределительные устройства и подстанции	Раздел 4. Распределительные устройства и подстанции
Глава 4.3. Преобразовательные подстанции и установки	Глава 4.1. Распределительные устройства напряжением до 1 кВ переменного тока и до 1,5 кВ постоянного тока
Глава 4.4. Аккумуляторные установки	Глава. 4.2. Распределительные устройства и подстанции напряжением выше 1 кВ

Устройство электрических сетей.

ПУЭ (6 издание)	ПУЭ (7 издание)
Раздел 5. Электросиловые установки	
Глава 5.1. Электромашинные помещения	
Глава 5.2. Генераторы и синхронные компенсаторы	
Глава 5.3. Электродвигатели и их коммутационные аппараты	
Глава 5.4. Электрооборудование кранов	
Глава 5.5. Электрооборудование лифтов Глава 5.6. Конденсаторные установки	
	Раздел 6. Электрическое освещение
	Глава 6.1. Общая часть
	Глава 6.2. Внутреннее освещение
	Глава 6.3. Наружное освещение
	Глава 6.4. Световая реклама, знаки и иллюминация
	Глава 6.5. Управление освещением Глава 6.6. Осветительные приборы и электроустановочные устройства

Устройство электрических сетей.

ПУЭ (6 издание)	ПУЭ (7 издание)
<p>Раздел 7. Электрооборудование специальных установок</p>	<p>Раздел 7. Электрооборудование специальных установок</p>
<p>Глава 7.3. Электроустановки во взрывоопасных зонах</p> <p>Глава 7.4. Электроустановки в пожароопасных зонах</p> <p>Глава 7.7. Торфяные электроустановки</p>	<p>Глава 7.1. Электроустановки жилых, общественных, административных и бытовых зданий</p> <p>Глава 7.2. Электроустановки зрелищных предприятий, клубных учреждений и спортивных сооружений</p> <p>Глава 7.5. Электротермические установки</p> <p>Глава 7.6. Электросварочные установки</p> <p>Глава 7.10. Электролизные установки и установки гальванических покрытий.</p>

Устройство электрических сетей.

Все требования к электромонтажу вводно-распределительного устройства указаны в правилах устройства электроустановок (ПУЭ) и в своде правил по проектированию и строительству СН 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий».

Технические мероприятия обеспечения безопасности производства работ со снятием U

- ▣ 1. Произвести необходимые отключения и принять меры для предупреждения подачи U на место производства работ вследствие ошибочного или самопроизвольного срабатывания коммутационных аппаратов
- ▣ 2. Вывесить запрещающие плакаты
- ▣ 3. Проверить отсутствие U
- ▣ 4. Установить заземление
- ▣ 5. Вывесить указательный плакат ЗАЗЕМЛЕНО, оградить при необходимости рабочее место и вывесить предупреждающие и предписывающие плакаты

Классификация помещений по опасности поражения током (ПУЭ)

1. Помещения с повышенной опасностью характеризуются наличием *одного из следующих условий*:

- ▣ сырость (относительная влажность $> 75 \%$);
- ▣ высокая температура воздуха, длительно $> 35^{\circ}\text{C}$;
- ▣ токопроводящая пыль;
- ▣ токопроводящие полы;
- ▣ возможность одновременного прикосновения к металлическим корпусам оборудования с одной стороны и к имеющим соединение с землей металлоконструкциям – с другой.

2. Особо опасные помещения характеризуются наличием *одного из трех условий*:

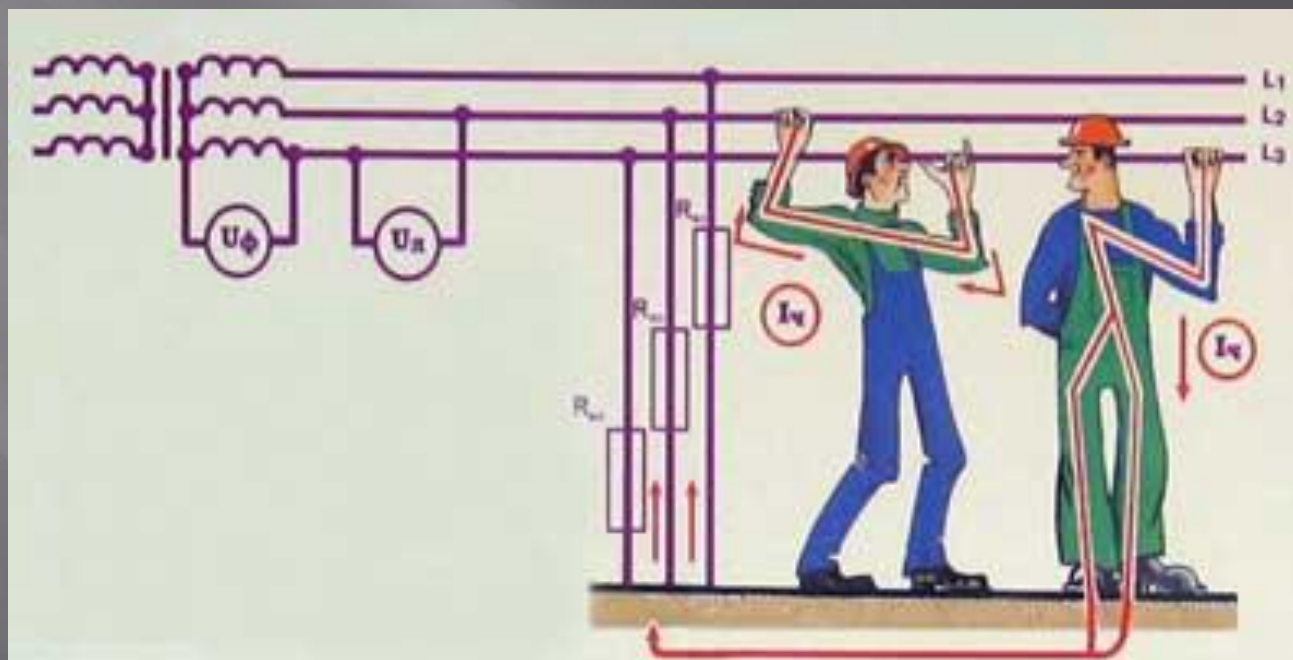
- ▣ особая сырость (относительная влажность воздуха ~ 100% - стены, пол и потолок покрыты влагой);
- ▣ химически активная среда, разрушающе действующая на электроизоляцию и токоведущие части оборудования;
- ▣ Наличие двух и более признаков, свойственных помещениям с повышенной опасностью.

3. Помещения без повышенной опасности характеризуются отсутствием признаков помещений с повышенной и особой опасностью.

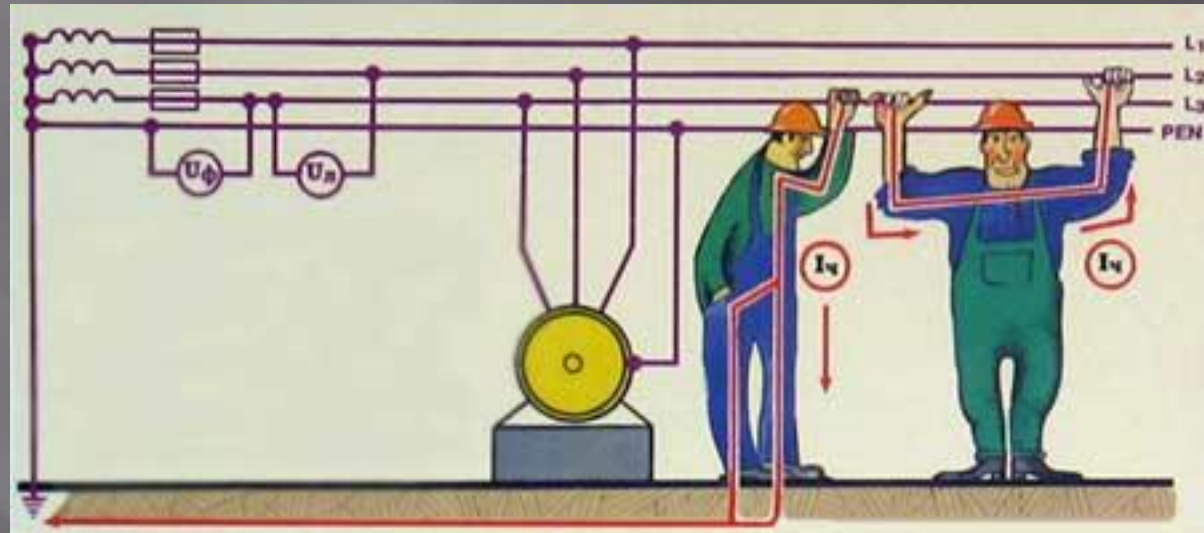
Анализ условий опасности поражения электрическим током: нормальный режим

- ▣ Трехфазная сеть с изолированной нейтралью
- ▣ Двухфазное прикосновение: $I_{\text{ч}} = U_{\text{л}} / R_{\text{ч}}$
- ▣ Однофазное: $I_{\text{ч}} = 3U_{\text{ф}} / (3R_{\text{ч}} + R_{\text{из}})$

менее опасный режим – однофазное прикосновение ($R_{\text{из}}$)



- ▣ **Трехфазная сеть с заземленной нейтралью**
- ▣ Двухфазное прикосновение: $I_{\text{ч}} = U_{\text{л}} / R_{\text{ч}}$
- ▣ Однофазное: $I_{\text{ч}} = U_{\text{ф}} / (R_{\text{ч}} + R_0) \approx U_{\text{ф}} / R_{\text{ч}}$,
 R_0 – сопротивление рабочего заземления
нейтрали ($R_0 \leq 10 \text{ Ом}$).



Аварийный режим: однофазное замыкание

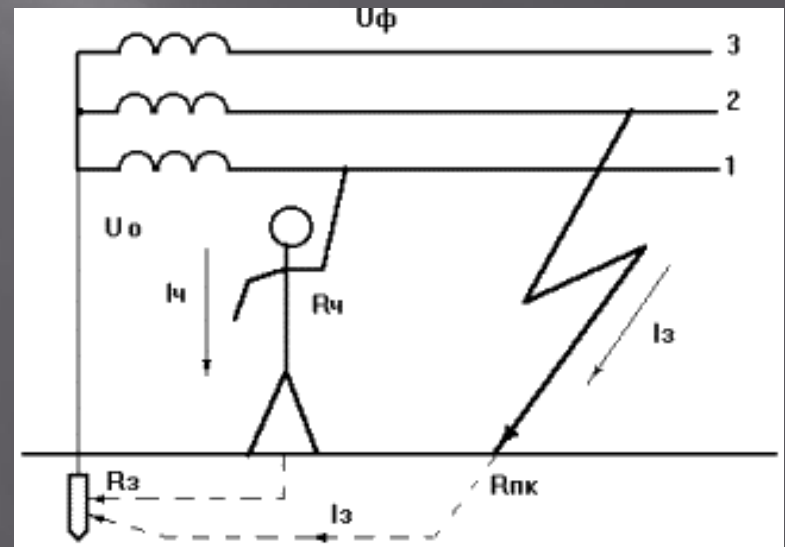
- ▣ *сети с изолированной нейтралью*

$$I_{\text{ч}} \approx U_{\text{л}} / R_{\text{ч}}.$$

- ▣ *сети с заземленной нейтралью*

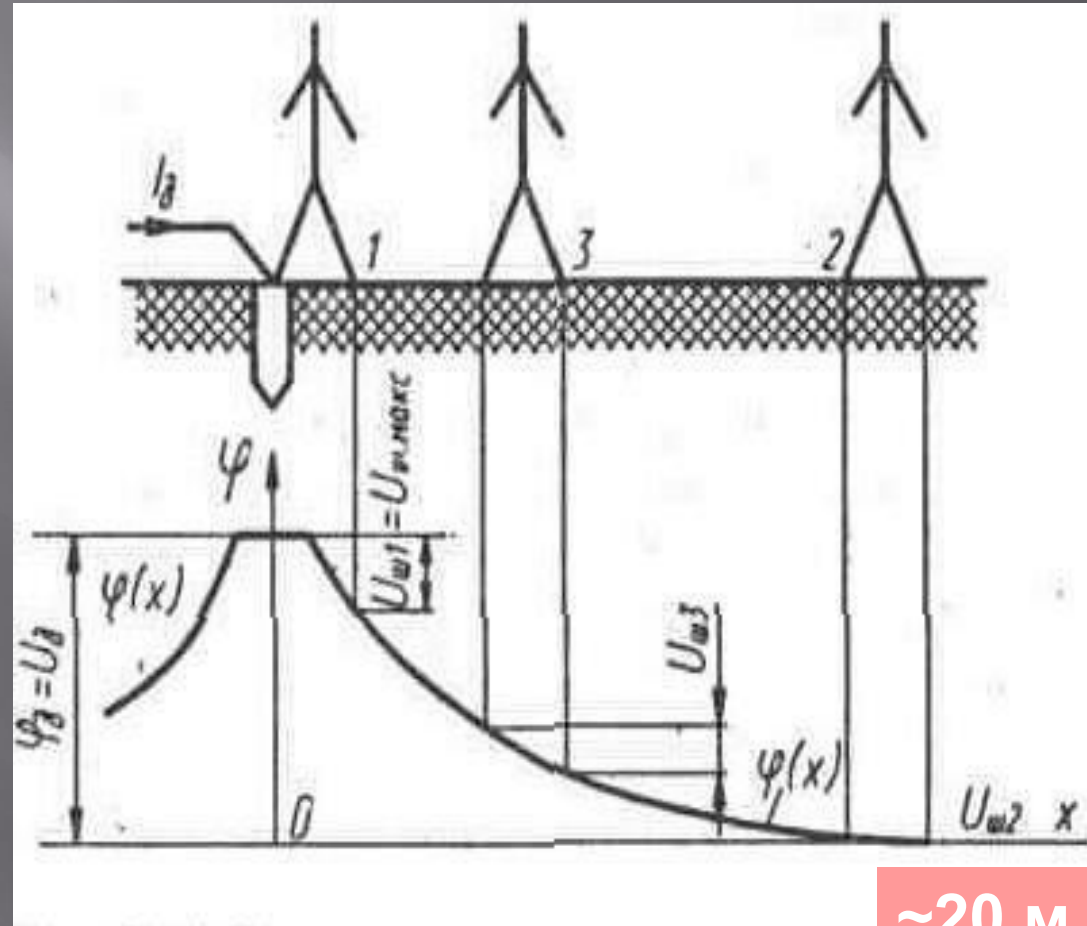
$$I_{\text{ч}} = U_{\text{ч}} / R_{\text{ч}}. \quad U_{\text{ф}} < U_{\text{ч}} < U_{\text{л}}$$

Замыкание одной из фаз на землю повышает опасность однофазного прикосновения.



Напряжение шага

- ▣ это напряжение между двумя точками цепи тока, находящимися на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек
- ▣ (0,8 - 1,0 м).
- ▣ $U_{\text{ш}}$ повышается по мере приближения человека к месту замыкания провода на землю и при



~ 20 м

Напряжение прикосновения

Это напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно может коснуться человек.

Основные технические средства защиты

- ▣ электрическая изоляция токоведущих частей;
- ▣ ограждение;
- ▣ сигнализация и блокировка;
- ▣ использование малых напряжений;
- ▣ электрическое разделение сети;
- ▣ защитное заземление;
- ▣ зануление;
- ▣ выравнивание потенциалов;
- ▣ защитное отключение;
- ▣ средства индивидуальной защиты.

рабочая,
дополнительная,
усиленная,
двойная.



Малое напряжение

- это напряжение не более 50 В, применяемое в целях уменьшения опасности поражения электрическим током.
- При работе с ручным электроинструментом, переносными электрическими светильниками в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных используют напряжение 36 В.
- В особо опасных помещениях при особенно неблагоприятных условиях для питания ручных переносных ламп применяют напряжение 12 В.

Категории электропомещений

- ▣ Сухие помещения – помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60%.
- ▣ Влажные помещения – помещения, в которых относительная влажность воздуха более 60%, но не превышает 75%.
- ▣ Сырые помещения - помещения, в которых относительная влажность воздуха превышает 75%.
- ▣ Особо сырые помещения – помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100%.

Категории электропомещений

- ▣ Жаркие помещения – помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура постоянно или периодически (>1 суток) превышает +35° С.
- ▣ Пыльные помещения – помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль, которая может оседать на токоведущих частях ЭУ. Различают помещения с токопроводящей и с нетокопроводящей пылью.

Категории электропомещений

- ▣ Помещения с химически активной или органической средой – помещения, в которых постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

Категории помещений в отношении опасности поражения людей электрическим током

- ▣ Помещения без повышенной опасности;
- ▣ Помещения с повышенной опасностью;
- ▣ Особо опасные помещения;
- ▣ Территории открытых электроустановок.

Категории ... (продолжение)

2. Помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:

- сырость или токопроводящая пыль;
- токопроводящие полы;
- высокая температура;
- возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землёй, технологическими аппаратами, механизмами и т.п., с одной стороны, и металлическим корпусам ЭО, с другой.

Категории ... (продолжение)

3. Особо опасные помещения, характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:
- особая сырость;
 - химически активная или органическая среда;
 - одновременны два или более условий повышенной опасности.

Категории ... (продолжение)

4. Территория открытых электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравнивается к особо опасным помещениям

Категории ... (продолжение)

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

ИТАК:

Категории помещений в отношении опасности поражения электрическим током

1. Помещения без повышенной опасности:

- нет условий, создающих повышенную опасность.

2. Помещения с повышенной опасностью:

- наличие сырости или токопроводящей пыли,
- токопроводящие полы,
- высокая температура (более 35°C),
- возможность одновременного прикосновения к корпусам оборудования и заземленным конструкциям здания.

3. Особо опасные помещения:

- наличие особой сырости,
- химически активная среда,
- наличие двух и более условий опасности,

4. Территория открытых электроустановок (ЭУ)

5. По влажности:

- Сухие – влажность менее 60%.
- Влажные – влажность более 60% (менее 75%).
- Сырые – влажность более 75%.
- Особо сырые – влажность 100%.

Буквенно-цифровые и цветовые обозначения

1. При переменном 3-х фазном токе: шины фазы **A** – **жёлтым**, фазы **B** – **зелёным**, фазы **C** – **красным** цветом.

Шины однофазного тока, если они являются ответвлением от шин трёхфазной системы, обозначаются как соответствующие шины трёхфазного тока;

Буквенно-цифровые и цветовые обозначения

При переменном однофазном токе:
шина **A**, соединённая к началу обмотки источника питания - **жёлтым цветом**,
шина **B**, соединённая к концу обмотки источника питания - **красным цветом**

Буквенно-цифровые и цветовые обозначения

ГОСТ Р 50462

Проводники защитного заземления во всех ЭУ, а также нулевые защитные проводники в ЭУ напряжением до 1 кВ, с глухозаземлённой нейтралью, в т. ч. шины, должны иметь буквенное обозначение PE и цветовое обозначение чередующимися продольными или поперечными полосами одинаковой ширины **жёлтого** и **зелёного** цвета.

Буквенно-цифровые и цветовые обозначения

Нулевые рабочие (нейтральные) проводники обозначаются буквой N и голубым цветом.

Совмещённые нулевые защитные и нулевые рабочие проводники должны иметь буквенное обозначение PEN и цветовое обозначение: голубой цвет по всей длине и жёлто-зелёные полосы на концах.

Буквенно-цифровые и цветовые обозначения

При постоянном токе:

- ▣ положительная шина (+) – красным цветом,
- ▣ отрицательная (-) – синим
- ▣ нулевая рабочая M – голубым цветом.

Мероприятия по обеспечению безопасности обслуживающего персонала

- ▣ Соблюдение соответствующих расстояний до токоведущих частей или путём закрытия, ограждения токоведущих частей;
- ▣ Применение предупреждающей сигнализации, надписей и плакатов;
- ▣ Применение блокировки аппаратов и ограждающих устройств (> 1 мм);
- ▣ Применение устройств для снижения напряжённости электрических и магнитных полей;
- ▣ Использование средств защиты и приспособлений.

Категории электроприёмников

ЭП I-ой категории – электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства или значительный материальный ущерб.

Допускается перерыв в их электроснабжении лишь на время автоматического восстановления питания.

Для электроснабжения особой группы ЭП I-ой категории должно быть предусмотрено дополнительное питание от 3-го источника.

ЭП II – ой категории

В нормальных режимах должны обеспечиваться ЭЭ от двух независимых взаимно резервирующих источников питания.

При нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

ЭП III- ей категории

Электроснабжение электроприёмников третьей категории может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены повреждённого элемента системы электроснабжения, не превышают 1 суток.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЭУ В ОТНОШЕНИИ МЕР ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

1. ЭУ напряжением выше 1 кВ в сетях с глухозаземлённой или эффективно заземлённой нейтралью.
2. ЭУ напряжением выше 1 кВ в сетях с изолированной или заземлённой через дугогасящий реактор или резистор нейтралью.
3. ЭУ напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземлённой нейтралью.
4. ЭУ напряжением до 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью.

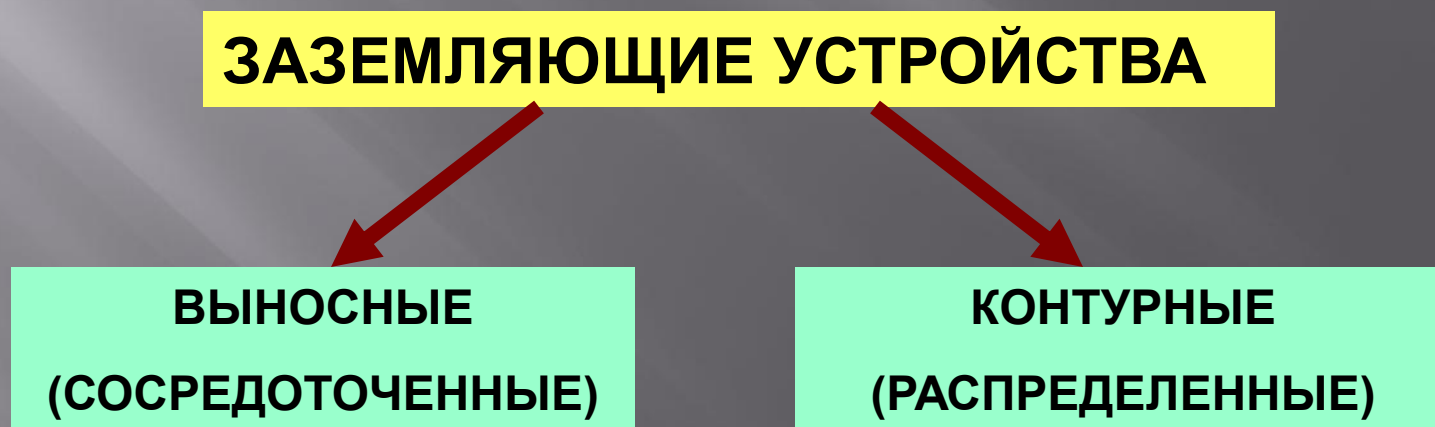
- ▣ **Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или её эквивалентом металлических нетоковедущих частей электроустановок, которые могут оказаться под напряжением.**
- ▣ **Назначение – устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения на корпусе электрооборудования.**

- ▣ **Принцип действия** защитного заземления: снижение до безопасных значений $U_{пр}$ и $U_{ш}$, вызванных замыканием на корпус, за счет уменьшения потенциала заземленного оборудования, а также выравнивания потенциалов основания и оборудования.
- ▣ Область применения защитного заземления – трехфазные трехпроводные сети напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью и выше 1000 В с любым режимом нейтрали.

ПУЭ: сопротивление ЗЗ не должно превышать:

- ▣ в установках $U < 1000$ В, если мощность источника тока (генератора или трансформатора) более 100 кВА – 4 Ом;
- ▣ в установках $U < 1000$ В, если мощность источника тока 100 кВА и менее, – 10 Ом;
- ▣ в установках $U > 1000$ В с эффективно заземленной нейтралью (с малыми токами замыкания на землю $I_z < 500$ А) – 0,5 Ом;
- ▣ в установках $U > 1000$ В с изолированной нейтралью – $250/I_z$, но не более 10 Ом;
- ▣ в установках $U > 1000$ В с изолированной нейтралью, если заземляющее устройство одновременно используют для электроустановок напряжением до 1000 В, – $125/I_z$, но не более 10 Ом (или 4 Ом, если это требуется для установок до 1000 В).

- ▣ **Заземляющее устройство** – это совокупность заземлителя (металлических проводников, находящихся в непосредственном соприкосновении с землей) и заземляющих проводников, соединяющих заземляемые части электроустановки с заземлителем.



ЗАЗЕМЛИТЕЛИ

```
graph TD; A[ЗАЗЕМЛИТЕЛИ] --> B[ИСКУССТВЕННЫЕ]; A --> C[ЕСТЕСТВЕННЫЕ]
```

ИСКУССТВЕННЫЕ

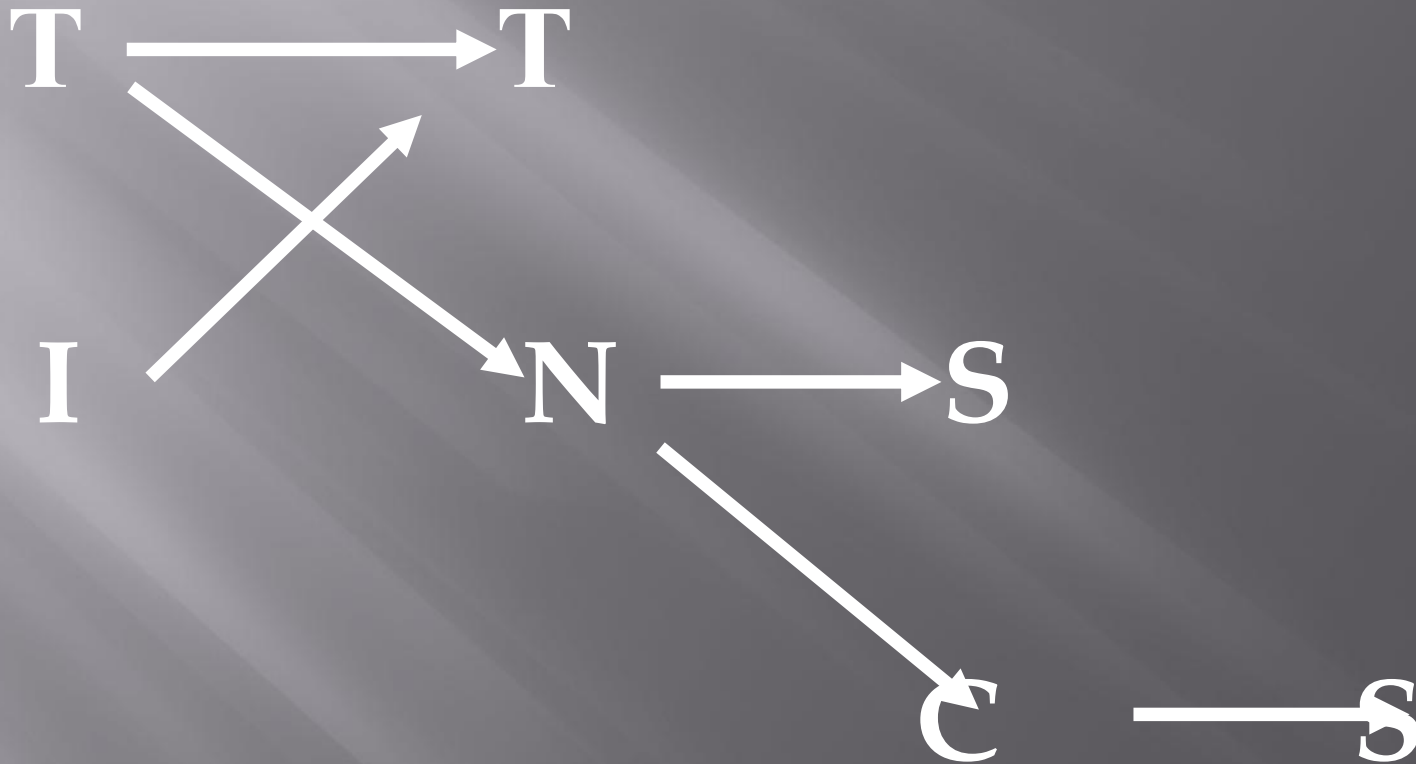
- предназначены исключительно для целей заземления.
- вертикальные и горизонтальные электроды из стальных труб, уголков, прутков, полос.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ

- находящиеся в земле металлические предметы иного назначения: железобетонные фундаменты, металлические конструкции, свинцовые оболочки кабелей, трубопроводы.
- **за исключением трубопроводов горючих жидкостей или газов.**

- ▣ **Зануление** предназначено для устранения опасности поражения электрическим током при замыкании на корпус электроустановок, работающих под напряжением до 1000 В в трехфазных четырехпроводных сетях с глухозаземленной нейтралью.
- ▣ Зануление - это преднамеренное соединение металлических нетоковедущих частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением, с нулевым защитным проводником.
- ▣ Зануление превращает пробой на корпус в короткое замыкание и способствует протеканию тока большой силы через устройства защиты сети → к быстрому отключению поврежденного оборудования от сети.

Схема обозначения систем заземления



Обозначения систем заземления

Первая буква – состояние нейтрали источника питания относительно земли:

- ▣ Т – заземлённая нейтраль;
- ▣ I - изолированная нейтраль.

Вторая буква – состояние открытых проводящих частей относительно земли:

- ▣ Т – открытые проводящие части заземлены, независимо от отношения к земле нейтрали источника питания;
- ▣ N – открытые проводящие части присоединены к глухозаземлённой нейтрали источника питания.

Обозначения ...

Последующие (после N) буквы – совмещение в одном проводнике или разделение функций нулевого рабочего и нулевого защитного проводников:

- ▣ S – нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники разделены;
- ▣ C – функции нулевых защитного и рабочего проводников совмещены в одном проводнике (PEN - проводник);
- ▣ N – нулевой рабочий (нейтральный) проводник
- ▣ PE – защитный проводник;
- ▣ PEN – совмещённый проводник.

Система TN

Нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части ЭУ присоединены к ней посредством нулевых защитных проводников.

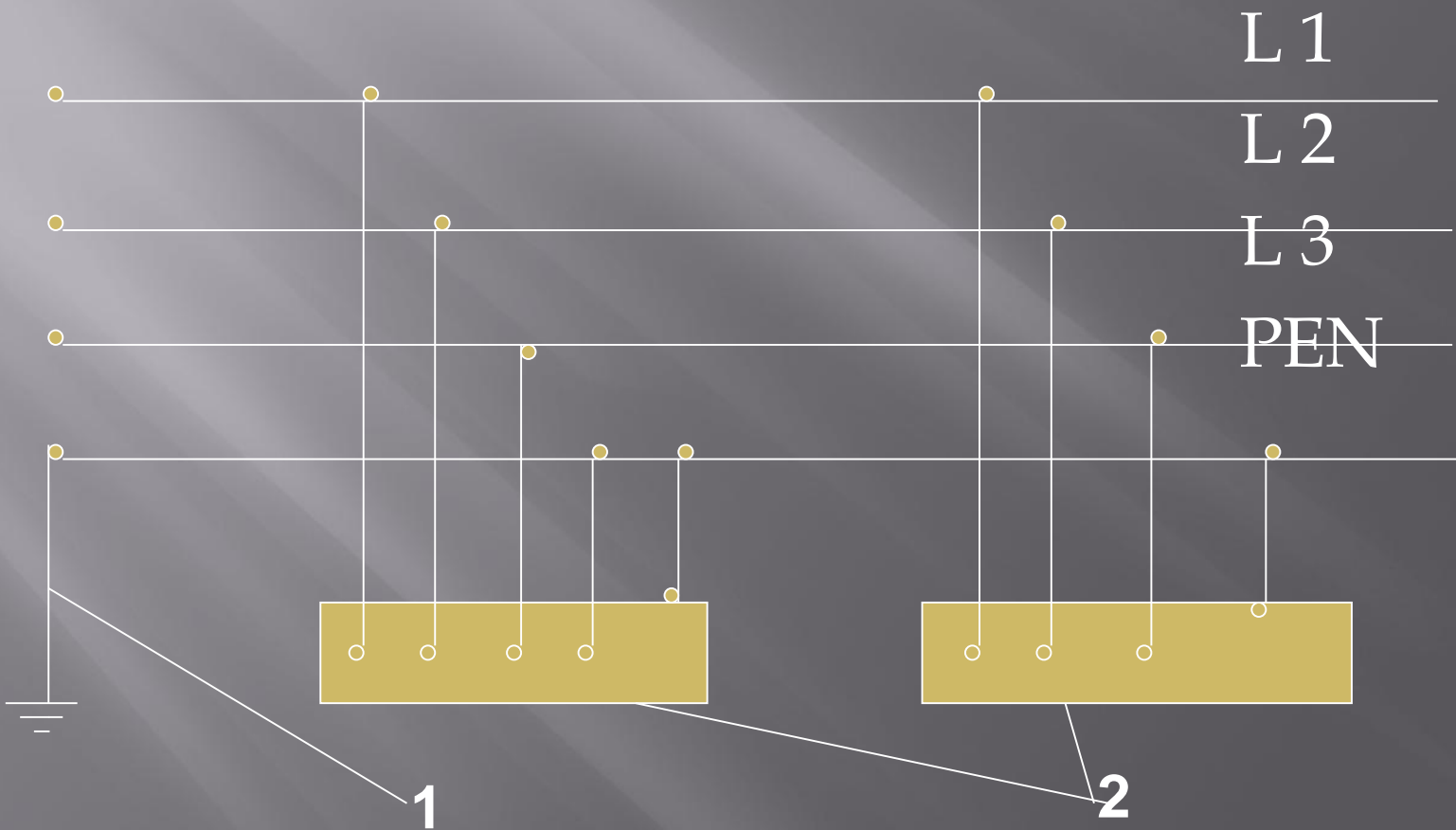
При применении системы TN рекомендуется выполнять повторное заземление РЕ- и PEN-проводников на вводах в ЭУ зданий, а также в других доступных местах.

Чаще всего применяется в жилых и административных зданиях. На места ввода в них заземляющих проводников наносится знак -



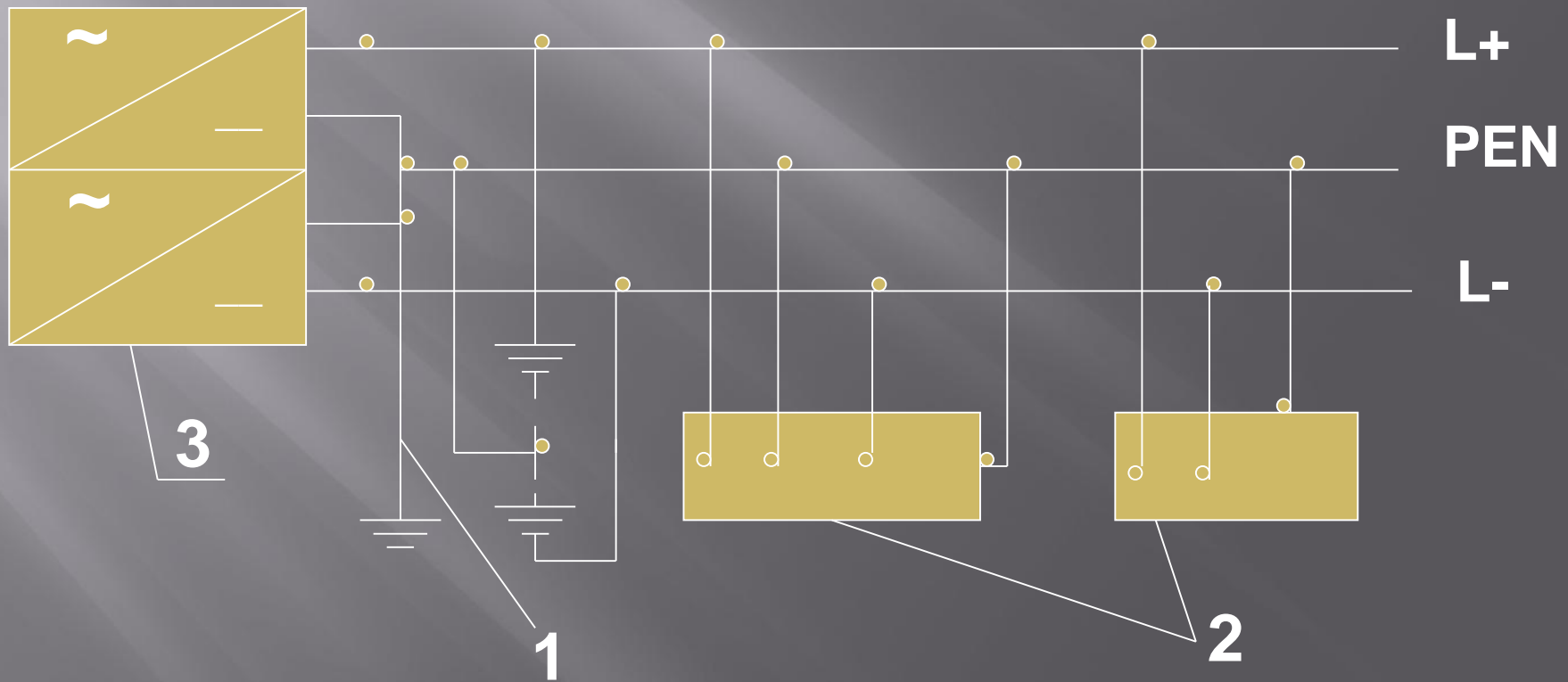
Система TN-С

Система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всём её протяжении.



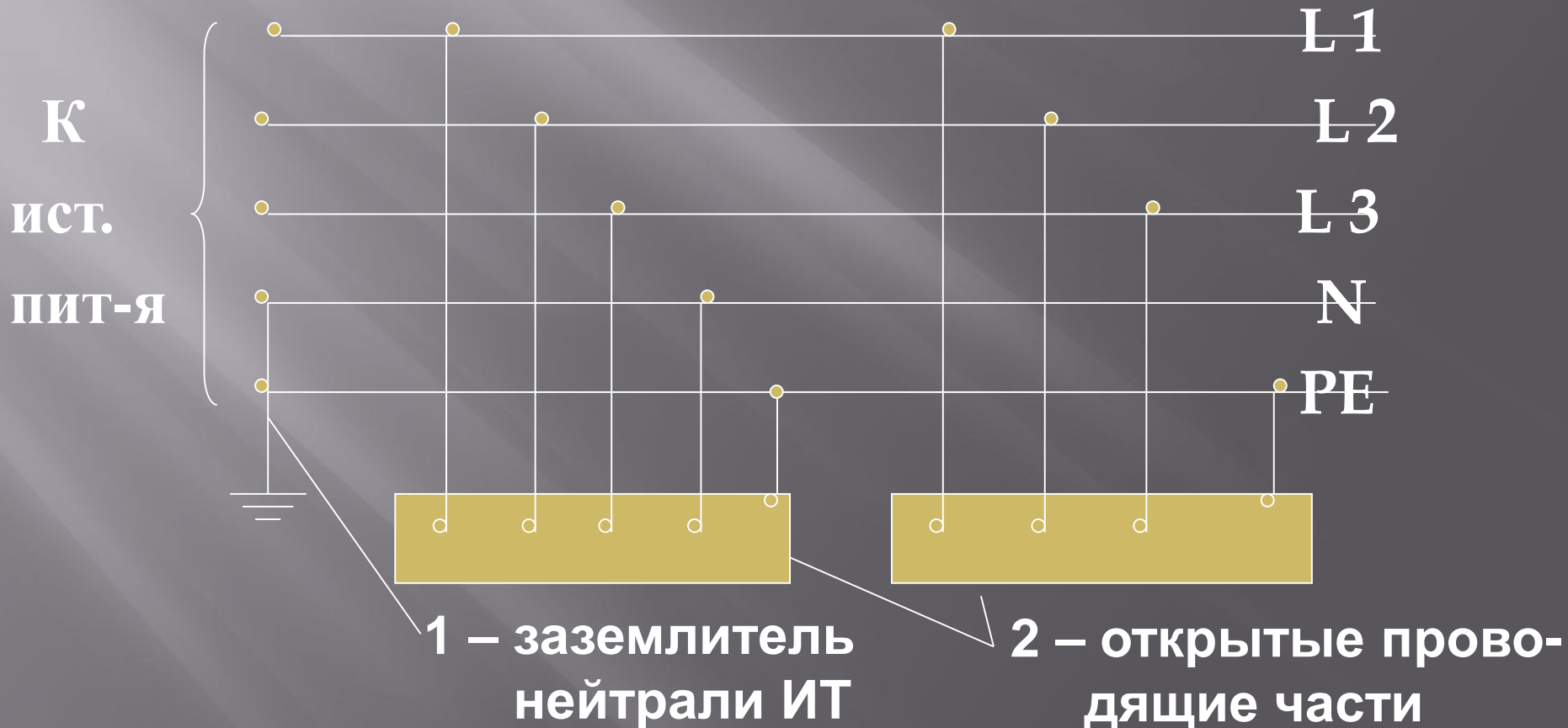
Система TN - С

1- заземлитель нейтрали (средней точки) источника питания; 2 – открытые проводящие части; 3 – источник питания постоянного тока.



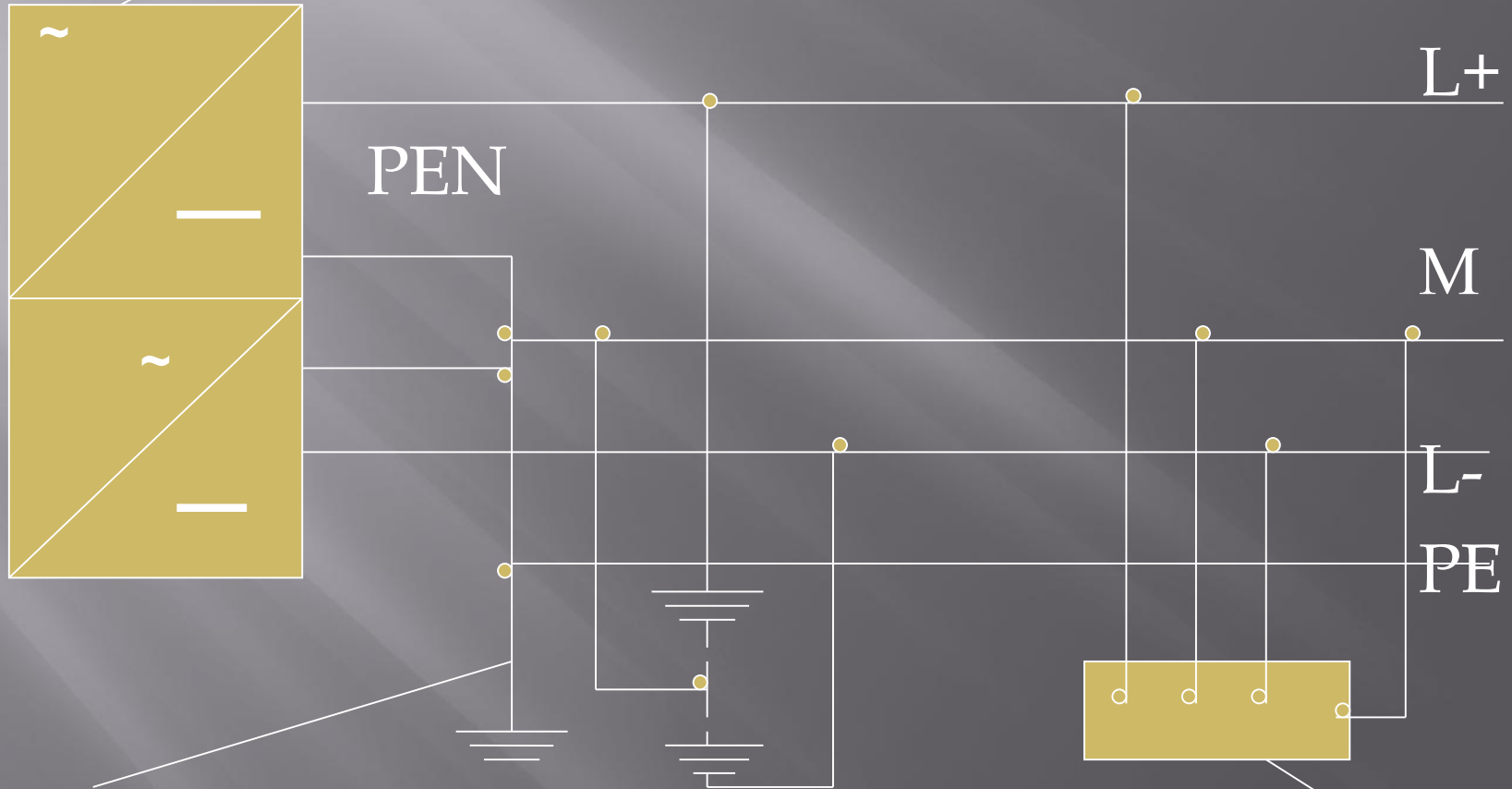
Система TN - S

Система TN, в которой нулевые защитные и рабочие проводники разделены на всём её протяжении:



Система TN – S постоянного тока

3 – источник питания

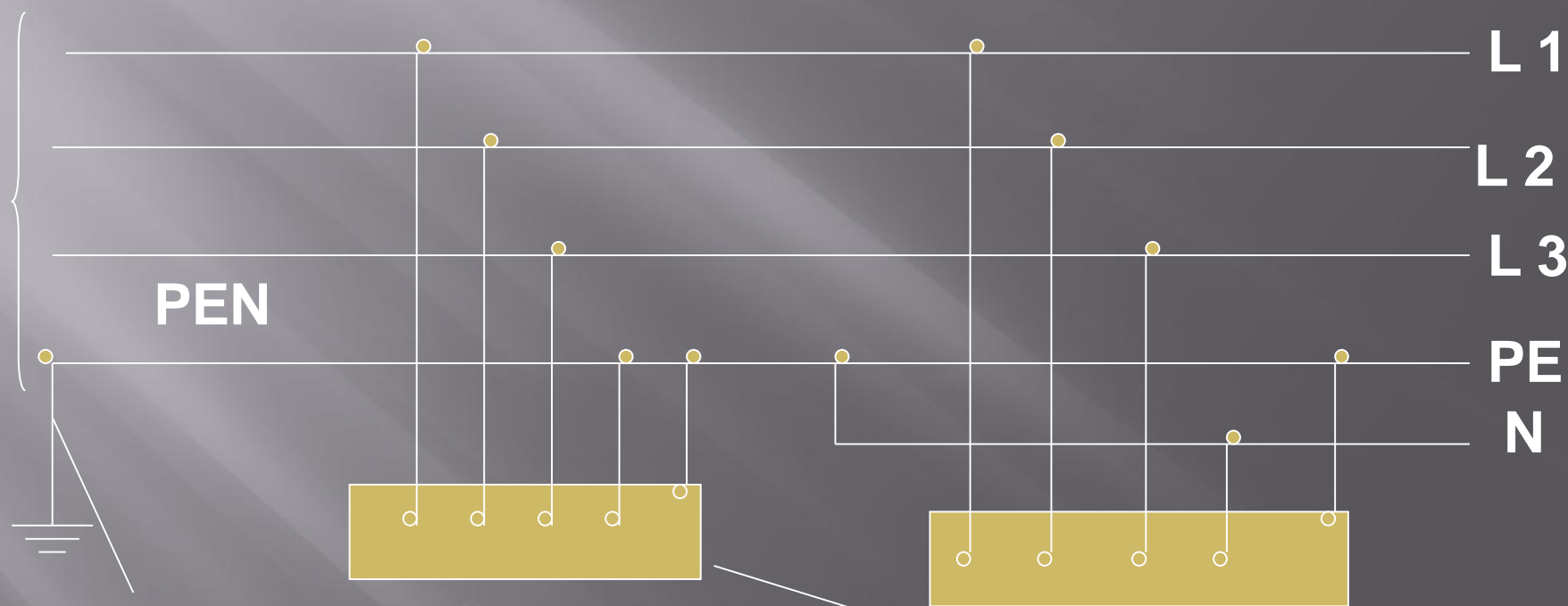


1-2 - заземлитель ср. точки ИПТ

2 - ОПТ

Система TN – C – S переменного тока

Нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике в части системы:

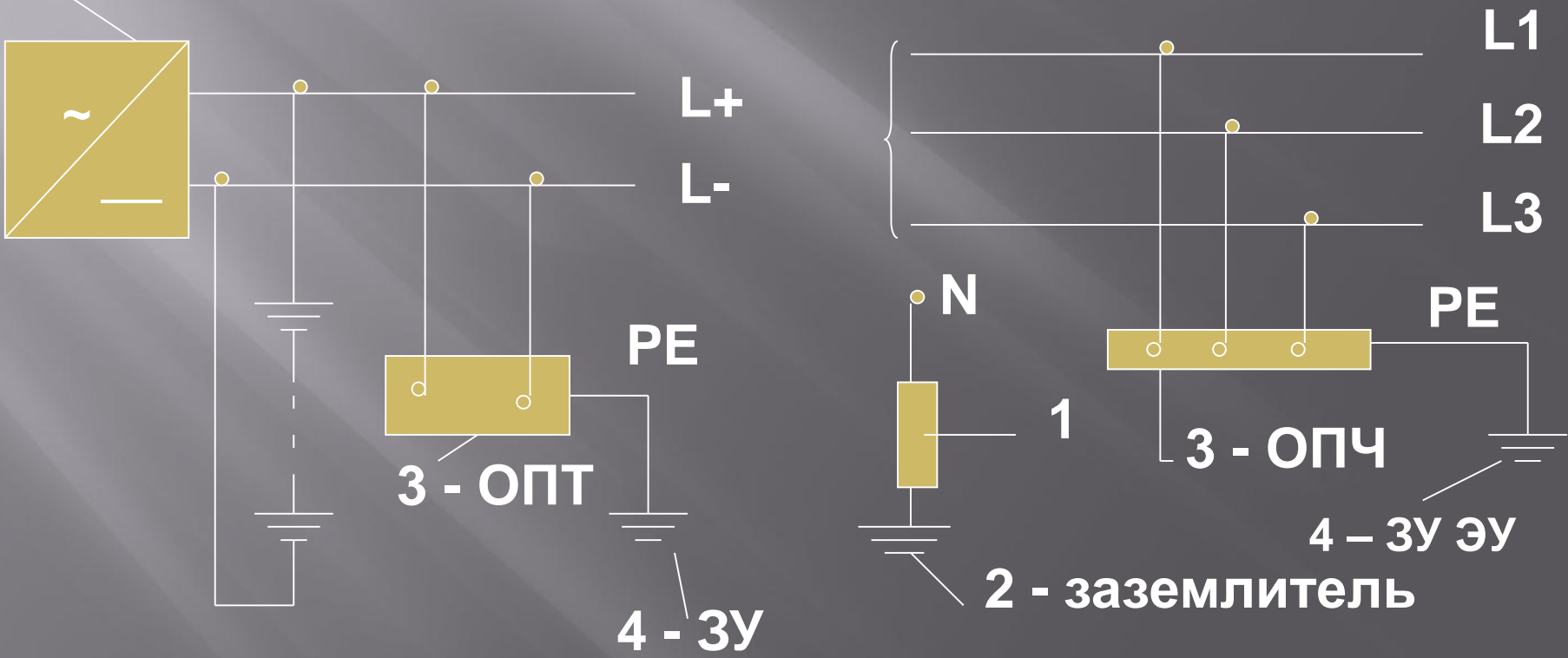


1- заземлитель нейтрали источника ~ тока

2 – ОПТ

Системы IT –/~ тока (открытые проводящие части ЭУ заземлены; нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через большое сопротивление)

5 – источник питания



Система ТТ ~/- тока (открытые проводящие части ЭУ заземлены при помощи заземления, электрически независимого от заземлителя N)



Виды прикосновений

- ▣ **Прямое прикосновение** – электрический контакт людей или животных с токоведущими частями, находящимися под напряжением;
- ▣ **Косвенное прикосновение** – электрический контакт людей или животных с открытыми проводящими частями, оказавшимися под напряжением при повреждении изоляции.

Виды напряжений

- ▣ **Напряжение прикосновения** – напряжение между двумя проводящими частями или между проводящей частью и землёй при одновременном прикосновении к ним животного или человека;
- ▣ **Напряжение шага** – напряжение между двумя точками на поверхности земли, на расстоянии 1 м одна от другой, которое принимается равным длине шага человека.

Меры защиты от прямого прикосновения

- ▣ Основная изоляция токоведущих частей;
- ▣ Ограждения и оболочки;
- ▣ Установка барьеров;
- ▣ Размещение вне зоны досягаемости;
- ▣ Применение сверхнизкого напряжения;
- ▣ В ЭУ до 1000 В (кроме TN-C) дополнительная мера – УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА.

Условия оборудования ЭУ напряжением до 1000 В без защиты от прямого прикосновения

- ▣ Помещения отчётливо обозначены, и доступ в них возможен только с помощью ключа;
- ▣ Обеспечена возможность свободного выхода из помещения без ключа, даже если оно заперто на ключ снаружи;
- ▣ Минимальные размеры проходов должны соответствовать:

Ширина не менее 0,8, высота – не менее 1.9 м;

Если проходы шириной менее 3-х метров, то они должны иметь два выхода.

Меры защиты при косвенном прикосновении

- ▣ Защитное заземление;
- ▣ Автоматическое отключение питания;
- ▣ Уравнивание потенциалов;
- ▣ Выравнивание потенциалов;
- ▣ Двойная или усиленная изоляция;
- ▣ Сверхнизкое (малое) напряжение;
- ▣ Защитное электрическое разделение цепей;
- ▣ Изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

Защита от поражения электрическим током при косвенном прикосновении в жилых зданиях

- **Основная – автоматическое отключение питания** (все ОПЧ д.б. присоединены к глухозаземлённой нейтрали источника питания (для TN) и заземлены (для IT, TT).
Для автоматического отключения питания применяются защитно-коммутационные аппараты, реагирующие на сверхтоки или на дифференциальный ток;
- **Дополнительная – уравнивание потенциалов.**
Специальный защитный проводник д.б. медным, гибким, его сечение равно сечению фазного проводника (использование N - пр-ка запрещено)

УСТРОЙСТВО ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ (УЗО)

Устройство защитного отключения (УЗО) – контактный коммутационный аппарат, предназначенный для включения, проведения и отключения электрического тока при нормальных условиях электрической цепи, а также для автоматического отключения электрической цепи в случае, когда значение дифференциального тока достигает заданной величины в определенных условиях

Область применения УЗО

- ▣ Электроустановки общественных зданий;
- ▣ Электроустановки жилых зданий;
- ▣ Электроустановки административных зданий;
- ▣ Электроустановки промышленных предприятий;
- ▣ Электроустановки мобильных зданий из металла

Классификация УЗО

1. По назначению:

- без встроенной защиты от сверхтока;
- со встроенной защитой от сверхтока;

2. По способу управления:

- функционально не зависящие от напряжения;
- функционально зависящие от напряжения;

3. По способу установки;

- для стационарной установки при неподвижной электропроводке;
- для подвижной установки и шнурового присоединения.

Классификация УЗО (продолжение)

4. По числу полюсов и токовых путей:

- двухполюсные с двумя защищенными полюсами;
- четырёхполюсные с 4 защищенными полюсами;

5. По способу монтажа:

- УЗО поверхностного монтажа;
- УЗО утопленного монтажа;
- УЗО панельно-щитового монтажа.

Классификация УЗО (продолжение)

6. По характеру мгновенного расцепления:

-типа В;

-типа С;

-типа D;

7. По наличию задержки по времени:

-без задержки времени-тип общего применения;

-с задержкой времени-тип S (селективный).

Основные нормируемые параметры

- ▣ Номинальное напряжение-220 В, 380 В.
- ▣ Номинальный ток (значение тока в продолжительном режиме работы)-6, 16, 25, 40, 63, 80, 100, 125 А.
- ▣ Номинальный отключающий дифференциальный ток- 0,006; 0,01; 0,03; 0,1; 0,3; 0,5 А.
- ▣ Номинальное время отключения

Определение токов утечки

Ток утечки электроприемников следует принимать из расчета 0,4 мА на 1А тока нагрузки, а ток утечки сети – из расчета 10 мкА на 1 м длины фазного проводника.

Граничные значения напряжения при достижении и превышении которых выполняются меры защиты от прямого и косвенного прикосновения

Минимальное напряжение ЭУ, В		ПБПО	ППО	ООП
Прямое прикосновение	~	25	6	-
	=	60	15	-
Косвенное прикосновение	~	50	25	12
	=	120	60	30

Наибольшие допустимые времена защитного АО для системы TN

Номинальное фазное напряжение U_0 , В	Время отключения, с
127	0,8
220	0,4
380	0,2
Более 380	0,1

Допускается большее значение времени отключения (но не более 5 с) если полное сопротивление защитного проводника не превышает: $50Z_{\text{Ц}}U_0$ и есть дополнительная система уравнивания потенциалов.

Наибольшие допустимые времена защитного автоматического отключения для системы IT

(при двойном замыкании на открытые проводящие части электроустановки)

Номинальное линейное напряжение U_0 , В	Время отключения, с
220	0,8
380	0,4
660	0,2
Более 660	0,1

Требования защиты при косвенном прикосновении распространяются на:

- ▣ Корпуса эл. машин, трансформаторов и т.д.;
- ▣ Приводы электрических аппаратов;
- ▣ Каркасы распределительных щитов и т. д.;
- ▣ Металлические конструкции РУ, кабельные конструкции, оболочки и броню;
- ▣ Металлические корпуса передвижных и переносных электроприёмников;
- ▣ Электрооборудование, установленное на движущихся частях станков, машин и т.д.

Не распространяются на отрезки труб и т.д.

Естественные заземлители

- ▣ Металлические и ж/б конструкции зданий и сооружений, находящиеся в соприкосновении с землёй;
- ▣ Металлические трубы водопровода проложенные в земле;
- ▣ Обсадные трубы буровых скважин;
- ▣ Металлические шпунты гидротехнических сооружений, водоводы;
- ▣ Рельсовые пути магистральных неэлектрофицированных железных дорог;
- ▣ Металлические оболочки бронированных кабелей за исключением алюминиевых.

Искусственные заземлители

Материал:

- Чёрная сталь;
- Оцинкованная сталь;
- Медь.

Повторные заземления PEN- проводника в сетях постоянного тока д.б. выполнены при помощи отдельных искусственных заземлителей, которые не должны иметь металлических соединений с подземными трубопроводами.

РЕ – проводники в ЭУ напряжением до 1 кВ

1. Специально предусмотренные проводники:
 - ▣ Жилы многожильных кабелей;
 - ▣ Изолированные или неизолированные провода в общей оболочке с фазными проводами;
 - ▣ Стационарно проложенные изолированные или неизолированные проводники;
2. Открытые проводящие части ЭУ:
 - ▣ Алюминиевые оболочки кабелей;
 - ▣ Стальные трубы электропроводок;
 - ▣ Металлические оболочки и опорные конструкции шинопроводов и комплектных устройств.

РЕ – проводники в ЭУ напряжением до 1 кВ

3. Некоторые сторонние проводящие части:

- ▣ Металлические строительные конструкции зданий и сооружений;
- ▣ Арматура железобетонных строительных конструкций зданий, если они отвечают требованиям к проводимости и непрерывности электрической цепи;
- ▣ Металлические конструкции производственного назначения (подкрановые рельсы, галереи, площадки, шахты лифтов, подъёмников, элеваторов).

Запрещается использовать в качестве РЕ-проводников:

- ▣ Металлические оболочки изоляционных трубок и трубчатых проводов, несущие тросы при тросовой электропроводке, металорукава, а также свинцовые оболочки проводов и кабелей.
- ▣ Трубопроводы газоснабжения и другие трубопроводы горючих и взрывоопасных веществ и смесей, трубы канализации и центрального отопления;
- ▣ Водопроводные трубы при наличии в них изолирующих вставок.

Сечения заземляющих проводников

Заземляющий проводник, присоединяющий заземлитель рабочего заземления к главной заземляющей шине в ЭУ напряжением до 1 кВ должен иметь сечение не менее:

- ▣ Медный – 10 мм²;
- ▣ Алюминиевый – 16 мм²;
- ▣ Стальной – 75 мм².

Источники аварийного освещения

- ▣ Лампы накаливания;
- ▣ Люминесцентные лампы;
- ▣ Разрядные лампы высокого давления (при обеспечении их мгновенного зажигания и перезажигания).

Электропитание осветительных приборов

1. Напряжение 220 В применяется для всех стационарно установленных осветительных приборов вне зависимости от высоты их установки.
2. Напряжение 380 В применяется при соблюдении следующих условий:
 - ▣ Ввод в осветительный прибор независимый, не встроенный в прибор, пускорегулирующий аппарат выполняется проводами или кабелем на напряжение не менее 660 В.
 - ▣ Ввод в ОП двух или трёх проводов разных фаз системы 660/380 В не допускается.

Требования к сетям наружного освещения

- ▣ Выполняются кабельными или воздушными с использованием самонесущих изолированных проводов, исключение – неизолированные провода;
- ▣ Пересечения линий с улицами при пролётах не более 40 м допускается выполнять без анкерных опор и двойного крепления проводов
- ▣ Неизолированные нулевые проводники - ниже фазных;
- ▣ В местах перехода кабельных линий к воздушным, отключающие устройства должны располагаться на высоте не менее 2.5 м.

Сечения N – рабочих проводников

1. Для участков сети, по которым протекает ток от ламп с компенсированным пускорегулирующими аппаратами нулевой равен фазному независимо от сечения;
2. Для участков сети, по которым протекает ток от ламп с некомпенсированным пускорегулирующими аппаратами нулевой равен фазному при сечении последнего не более 16 мм² – медь, 25 мм² – алюминий и не менее 50% сечения фазных проводников при больших сечениях, но не менее 16 мм² – для медных и 25 мм² – для алюминия.

Требования к осветительной арматуре

1. Осветительную арматуру допускается подвешивать на питающих проводах, если они предназначены для этой цели.
2. Сечения медных жил проводников или кабелей для ОА не имеющей клеммных зажимов:
 - ▣ 0,5 мм² – внутри зданий;
 - ▣ 1 мм² – вне зданий.
3. В арматуре для ламп накаливания мощностью 100 Вт и выше, ламп ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ должны применяться провода с изоляцией допускающей температуру нагрева их не менее 100°C.

Электроустановочные устройства

1. Штепсельные розетки должны устанавливаться:
 - ▣ В производственных помещениях на высоте 0,8 – 1 м; при подводе сверху допускается установка на высоте до 1,5 м;
 - ▣ В административных, жилых и других помещениях – не выше 1 м;
 - ▣ В школах и детских учреждениях – 1,8 м.
2. Выключатели устанавливаются на высоте от 0,8 до 1,7 м от пола, в детских учреждениях на высоте 1,8 м от пола.

Требования к электропроводке

1. Сменяемая электропроводка:
 - ▣ Скрыто – в каналах строительных конструкций, замоноличенных трубах;
 - ▣ Открыто – в электротехнических плинтусах, коробах, в технических этажах, подпольях, на чердаках, в сырых и ОС помещениях ;
 2. Несменяемая проводка – в зданиях со строительными конструкциями из негорючих материалов в бороздах стен и..;
- Запрещается применение несменяемой замоноличенной прокладки проводов в панелях стен,... выполненной при их изготовлении.

ПРОСМОТР УЧЕБНОГО ФИЛЬМА:

**Технические мероприятия
при подготовке рабочего
места**

ПЕРЕРЫВ