



Unity. Precision. Perfection.

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»

Лектор: Трусов Александр Олегович
Страниц: 30
Последнее обновление: 8 октября 2019 г.
Автор: Корытов Павел, 6304

Санкт-Петербург
2019

Содержание

1	Введение	2
1.1	Теория риска	2
1.2	Стадии обеспечения безопасности	4
1.2.1	Идентификация опасностей	4
1.2.2	Оценка риска	4
1.2.3	Регулирование и контроль риска	4
2	Воздействие тока	7
2.1	Физиологическое воздействие электрического тока	7
2.1.1	Биологическое воздействие	7
2.1.2	Термическое воздействие	8
2.1.3	Механическое воздействие	8
2.1.4	Химическое действие	9
2.1.5	Факторы, влияющие на опасность поражения током	9
2.2	Прикосновение к токоведущим частям	11
3	Однофазное прикосновение	13
3.1	Напряжение шага	14
4	Защитные мероприятия	15
4.1	Технические защитные мероприятия	15
4.1.1	Обеспечение недоступности токоведущих частей	16
4.1.2	Применение малых (сверхмалых) напряжений	17
4.1.3	Двойная изоляция	17
4.1.4	Защитное заземление	18
4.1.5	Зануление	20
4.2	Классификация оборудования	26
4.2.1	Международная классификация электрических сетей	26
4.3	Защитное отключение	26
4.4	Защитное разделение сетей	29
4.5	Уравнивание потенциалов	29
4.6	Выравнивание потенциалов	29
4.7	Электрозащитные средства	29

1. Введение

Опасность — совокупность явлений, процессов, объектов, способных в определённых условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно, т.е. вызывать нежелательные последствия (события)

Виды опасности:

- Реальная
- Потенциальная или скрытая

Влияние на человека:

- Прямое
- Косвенное

Аксиомы БЖД

1. Любая человеческая деятельность потенциально опасна
2. С развитием техники опасность увеличивается

Классификация опасностей

- По природе происхождения
- По эффекту воздействия
- По вызываемым последствиям
- По приносимому ущербу
- По сфере проявления опасностей

Опасный фактор (ОПФ) — воздействие на работающего, которое в ограниченное время может привести к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья

Вредный фактор (ВПФ) — воздействие на работающего, которое в определённых условиях в течение длительного времени ведет к заболеванию или ухудшению здоровья

1.1. Теория риска

Абсолютная безопасность, как правило, технически недостижима

Риск (степень риска, уровень риска) — это частота реализации опасности

$$R = nN, \quad (1.1)$$

где:

- n — значение неблагоприятных событий (несчастных случаев)
- N — общее число возможных событий (опасных случаев, число людей, подтверждающих опасности или другой параметр, к которому приводится данное событие)

Потенциальный риск

$$R = P(A)Pr, \quad (1.2)$$

где:

- $P(A)$ — вероятность развития аварии на объекте, способной сформировать некий уровень опасного воздействия на человека
- Pr — вероятность гибели индивида при данном уровне воздействия

Допустимый риск — риск гибели людей, с которым может примириться государство

- Допустимый риск $< 10^{-6}$
- Пренебрежимо малый риск $< 10^{-8}$

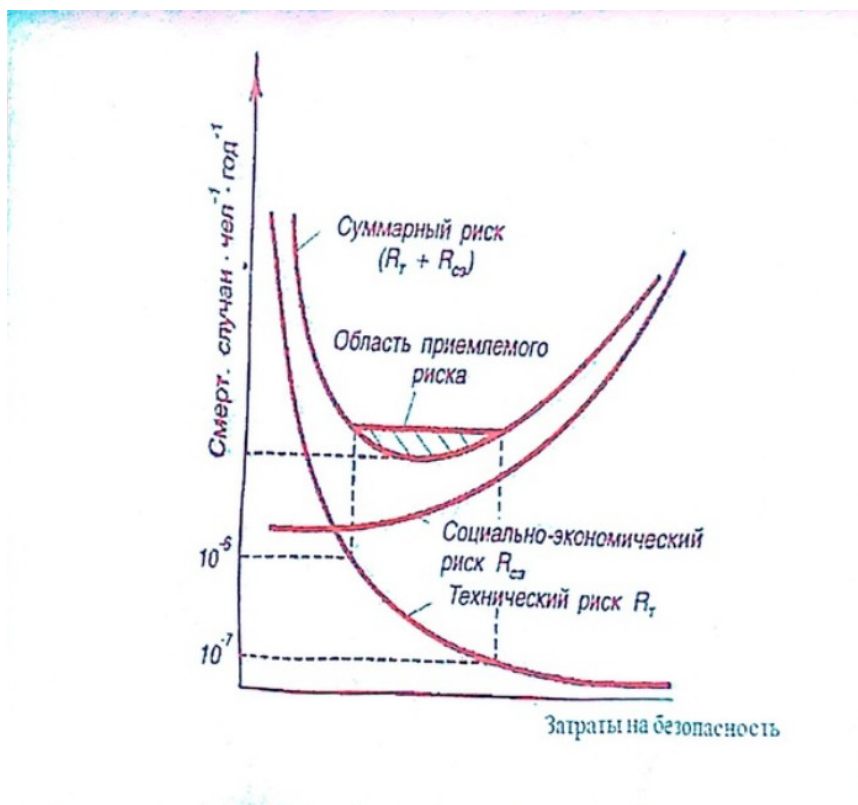


Рисунок 1. Диаграмма

1.2. Стадии обеспечения безопасности

1. Идентификация опасностей
2. Оценка риска
3. Регулирование и контроль риска

1.2.1. Идентификация опасностей

- Выявление обстоятельств, которые могут потенциально приводить к травме или к заболеванию работника
- Выявление причин возникновения потенциального заболевания, связанного с выполняемой работой, продукцией или услугой
- Анализ сведений о ранее имеющихся место травмах, заболеваниях или происшествиях

1.2.2. Оценка риска

- Определение количественных характеристик каждой опасности (вероятности реализации, уровня воздействия)

Методы:

- Монографический
- Статистический
- Топографический
- Определение возможных последствий реализации, сравнение с допустимыми приемлемыми уровнями воздействий
 - В нормальных условия функционирования
 - В случае отклонений в работе, возможных аварийный ситуаций

1.2.3. Регулирование и контроль риска

Направления:

- Исключение (замена) опасной работы (процедуры)
- Уменьшение вероятности возникновения опасной (аварийной) ситуации
- Уменьшение тяжести последствий реализации опасности (аварии)

Пути уменьшения риска:

- Совершенствование технических средств и технологий
- Инженерные методы контроля (диагностики)

- Подготовка обслуживающего персонала
- Административные методы контроля
- Средства коллективной и индивидуальной защиты
- Подготовка противоаварийных служб

Законодательное обеспечение безопасности труда

Конституция РФ:

- ... в России охраняется труд и здоровье людей (ст.7)

Основной законодательный документ в производственных отношениях — *Трудовой Кодекс*.

- Обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников
- Принятие и реализация законов и правовых актов РФ в области охраны труда
- Профилактика несчастных случаев и повреждения здоровья работников
- Государственный надзор и контроль за соблюдением государственных нормативных требований охраны труда
- Проведение эффективной политики

Статья 212. Работодатель обязан обеспечить:

- Безопасность работников
- Обучение безопасным методам работ
- Информирование работников об условиях труда
- Предоставление органам государственного контроля и профсоюзного контроля информации и документов
- Принятие мер по предотвращению несчастных случаев

Статья 215:

- ... производственное оборудование, технологические процессы, материалы, в т.ч. иностранного производства, должны соответствовать государственным нормативным требованиям охраны труда и иметь декларацию о соответствии и (или) сертификат соответствия

УК РФ. Статья 143. Нарушение правил охраны труда

1. Нарушение правил техники безопасности или иных правил охраны труда, совершенное лицом, на котором лежали обязанности по соблюдению этих правил, если это по неосторожности причинение тяжелого или среднего вреда здоровью, нака-

зывается лишение свободы на срок до 2-х лет

Нормативная основа:

- ГОСТ ССБТ — система стандартов по безопасности труда
- Стандарты России ГОСТ Р — с 1990 г.
 - ГОСТ Р 22.YYY-ZZ — серия ”Безопасности в ЧС“
 - ГОСТ Р 32.X.YY-ZZ — серия стандартов гражданской обороны (ГО)
- ГОСТ МЭК

Органы надзора

- Технический надзор (Госэнергонадзор, Госоргтехнадзор)
- Потребительский (санитарный) надзор

Организационные мероприятия

- Обучение (анализ принципов безопасной работы, моральное воздействие)
- Аттестация (проверка знаний, присвоение квалификационной группы по электробезопасности)
- Инструктажи (вводный, текущий) — привязка общих знаний к предстоящей конкретной деятельности
- Проверки (плановые, контрольные)

Правила по охране труда при эксплуатации электрооборудования — приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.2013 №328н

2. Воздействие тока

1. Биологическое
 - Прямое
 - Рефлекторное
2. Термическое
3. Химическое
4. Механическое

2.1. Физиологические воздействие электрического тока

2.1.1. Биологическое воздействие

80% несчастных случаев связаны с биологическим воздействием.

Прямое воздействие

Электрический ток приводит к судорожному сокращению мышц.

Мышцы после воздействия электрического тока переходят в расслабленное состояние. Для сердца необходимо восстановление циклической работы.

- Если воздействие электрического тока приходится на выталкивание крови, вероятность фибрилляции (и, как следствие — смерти) мала.
- Если во время импульса кровь затекает в предсердие, вероятность фибрилляции находится около 100%.

Фибрилляция — десинхронизация в работе сердечных мышц; частое судорожное сокращение последних приводит к нарушению функционирования сердца. Сигналы ЦНС практически не могут прервать процесс; необходимо внешнее воздействие — *дефибрилляция*

Рефлекторное воздействие

Рефлекторное воздействие заключается в том, что рецепторы шлют в кору головного мозга случайные сигналы. При определенной интенсивности этого “потока” человек не в состоянии самостоятельно прекратить действие электрического тока, т.к. мозг не в состоянии выдать целесообразную реакцию

Мозг перебирает всевозможные команды исполнительным органам. Если это не приво-

дит к прекращению действия тока, мозг перестает отдавать команды, в том числе — легким и сердцу.

Если импульс попадает в акупунктурные точки — точки пересечения большого количества нервов — для смертельного случая достаточно тока от пальчиковой батарейки. Вероятность этого пренебрежима мала.

Порог	Род тока	
	Постоянный	50 Гц
<i>ПОТ</i>	4–8 мА (на языке 40 мкА)	0.5–1.5 мА
<i>ПНТ</i>	40–80 мА	5–25 мА
<i>ФТ</i>	150–300 мА	50–100 мА

ПНТ — судорожная реакция; может привести как к прекращению воздействия тока, как и к тому, что прекратить воздействие усилие воли невозможно.

2.1.2. Термическое воздействие

$$P = I^2 R$$

Тонкие нервные окончания, капилляры кровеносных сосудов обладают низким сопротивлением и находятся рядом с местами потенциального контакта с током.

Если у тока достаточная плотность, жидкость в нервах и сосудах нагревается, закипает и превращается в пар, что приводит к разрыву тканей и к некрозу.

Кожа обладает достаточным сопротивлением, т.к. имеет слой мертвых клеток, но протекание электрического тока по коже также порождает тепловыделение и т.н. “электрические метки”

Высочастотные токи не вызывают биологической реакции, но термическое воздействие все равно происходит

2.1.3. Механическое воздействие

Если человек находится в неудобном пространственном положении, испуг от протекания даже небольшого тока может привести к травме.

Кроме того, протекание тока по мышцам тела может вызвать сильную реакцию мышц, что может привести к разрыву мышц, сухожилий или к перелому костей.

2.1.4. Химическое действие

Ток, протекает по организму за счёт направленного движения ионов. Хаотическое движение меняется на направленное, строго ориентированное перемещение ионов и молекул.

Это приводит к нарушению химического равновесия в определённых органах, в частности — к расстройству желудка.

Крупные полярные молекулы (лейкоциты, эритроциты) не могут перемещаться, но поляризуются и выстраиваются вдоль силовых линий поля. Выстраивание их в капиллярных сосудах способно вызвать закупорку сосудов и тромбы

2.1.5. Факторы, влияющие на опасность поражения током

- Параметры тока:
 - Величина
 - Род тока
 - Частота тока
- Длительность воздействия

Напряжение прикосновения — напряжение между двумя токопроводящими частями, с которыми контактируют части тела человека.

Род и частота тока	Наибольшие допустимые значения в неаварийном режиме	
	U , В	I_i , мА
Переменный, 50 Гц	2	0.3
Переменный, 400 Гц	3	0.4
Постоянный	8	0.8

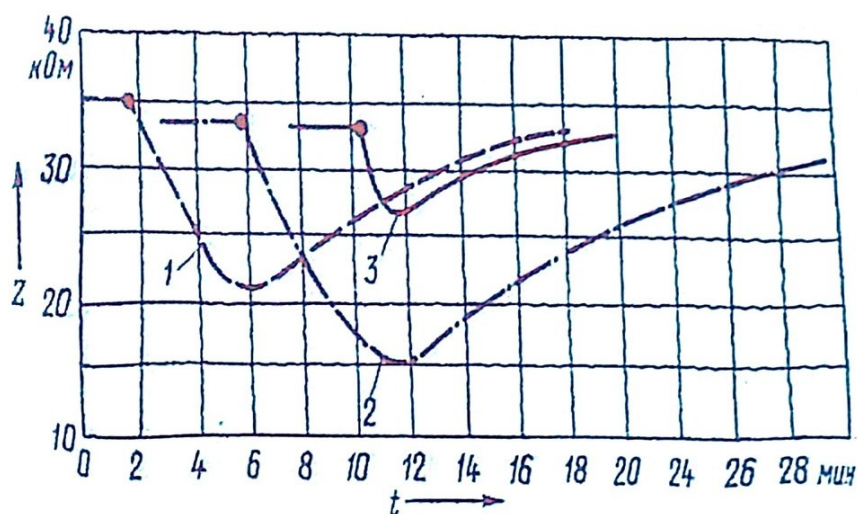


Рис. 8.6. Зависимость электрического сопротивления Z тела человека от вида раздражителя
 1 — укол; 2 — неожиданный звук; 3 — легкий удар по руке. Моменты раздражения обозначены точками

Рисунок 2. График

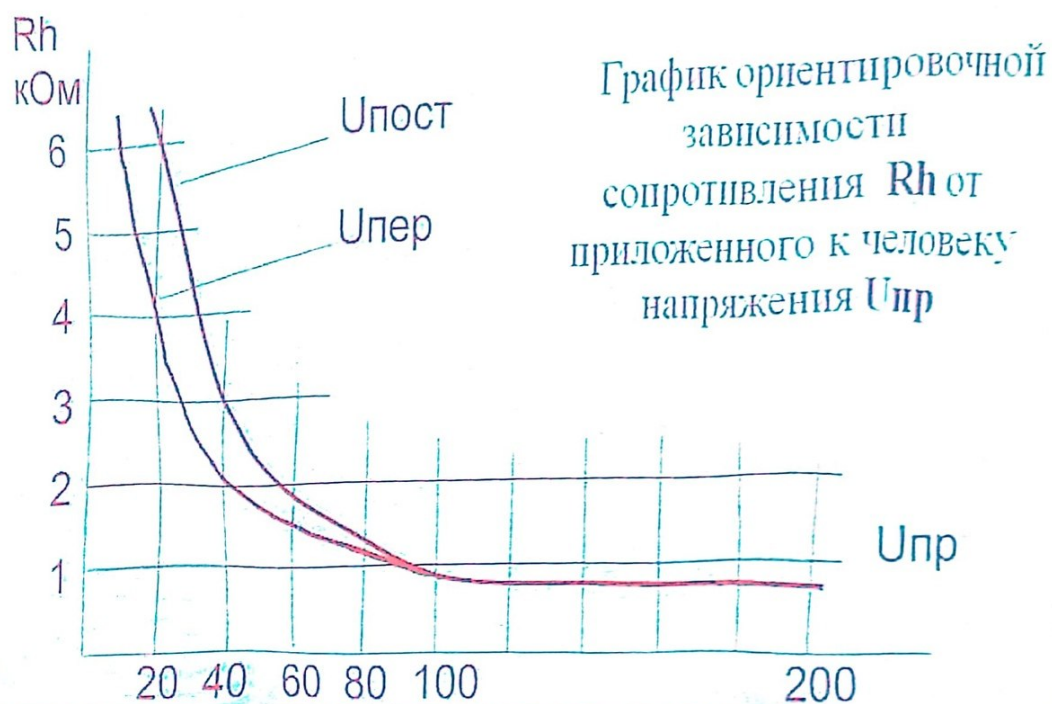


Рисунок 3. График

2.2. Прикосновение к токоведущим частям

Двухфазное прикосновение связано с контактом токоведущих частей двумя конечностями.

Однофазное прикосновение — контакт одной конечностью.

- *Прямой контакт* — непосредственное прикосновение к токоведущим частям. Возникает сравнительно редко
- *Косвенный* — человек трогает металлический корпус электроприбора и т.п., на котором есть опасное напряжение.

С точки зрения последствий оба контакта идентичны.

Электрические параметры, характеризующие связь сети с землей:

- Сопротивление изоляции
- Емкость относительно земли
- Заземления

Сопротивление изоляции

R_u — показатель способности изоляционных конструкций пропускать электрический ток под действием приложенного к этим конструкциям постоянного напряжения

$$r_\phi = \left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{R_{\phi i}} \right)^{-1} \quad (2.1)$$

$$R_{н.экв} = \left(\sum_{\phi=A,B,C} \frac{1}{r_\phi} \right)^{-1} \quad (2.2)$$

Емкость относительно земли

$$x_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} \quad (2.3)$$

Заземление

Заземление — намеренное соединение металлических токоведущих или нетокведущих частей с землёй.

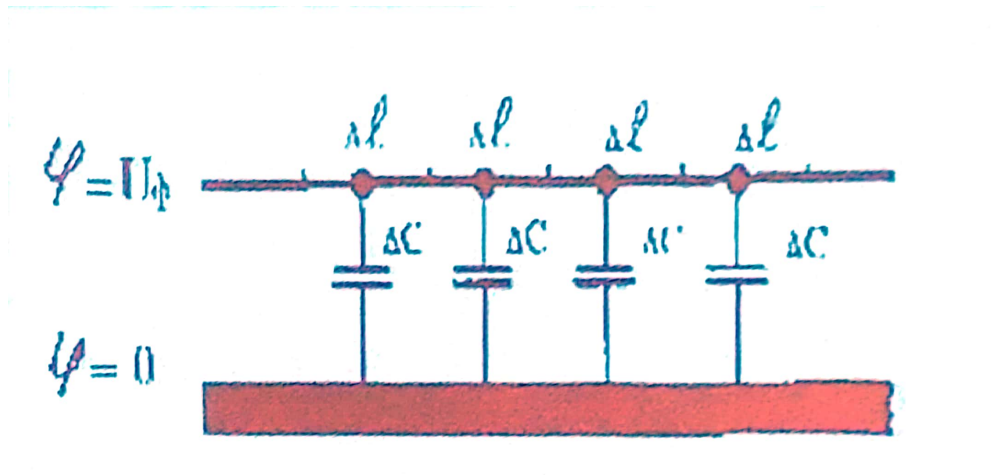


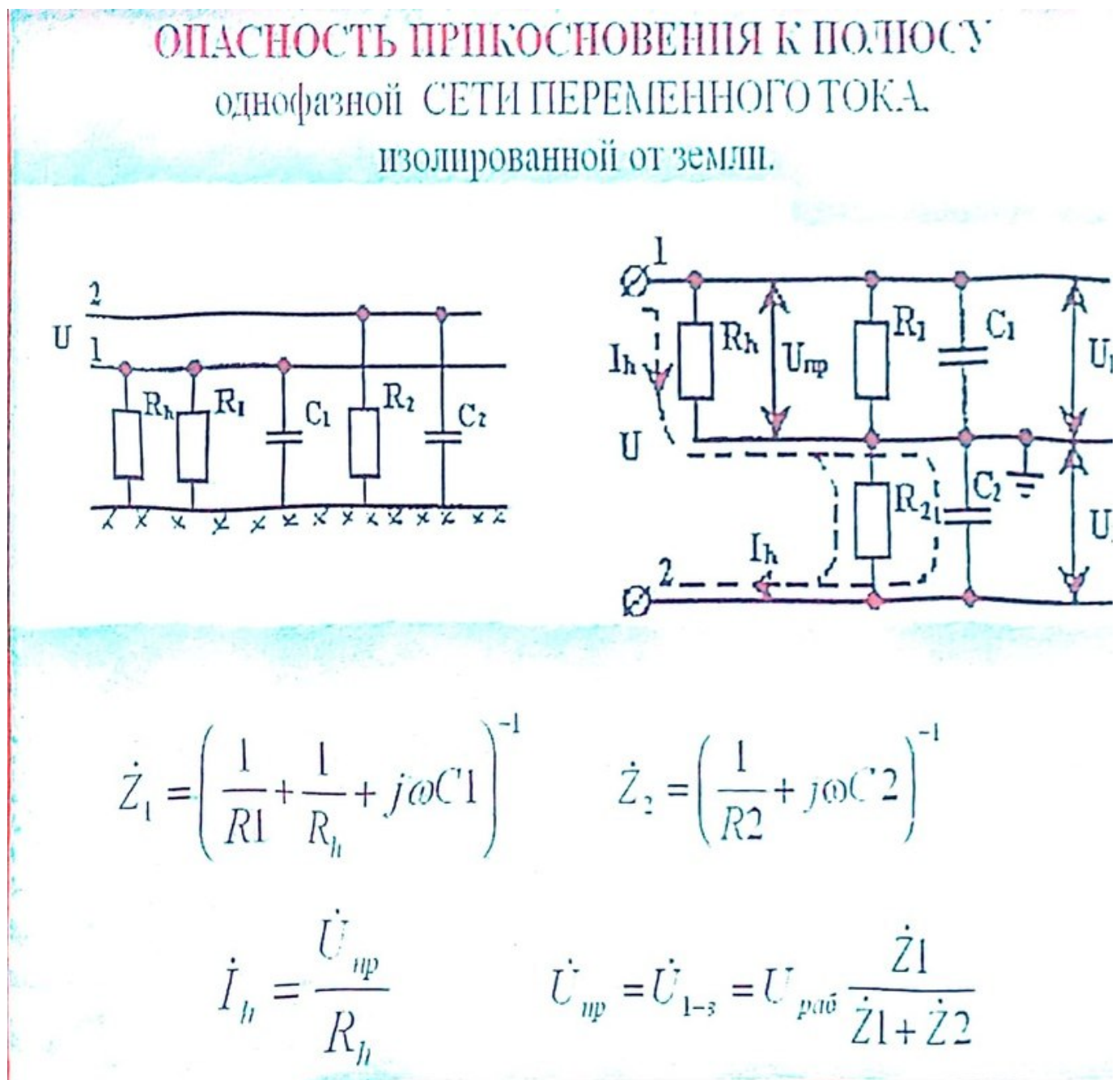
Рисунок 4. Картинка

- Заземление нейтрали источника электроэнергии (рабочее заземление)
- Защита от поражения током (защитное заземление)
- Защита от радиопомех

Рабочее напряжение	$R_{\text{з}}, \text{ Ом}$
127220	8
220380	4
380660	2

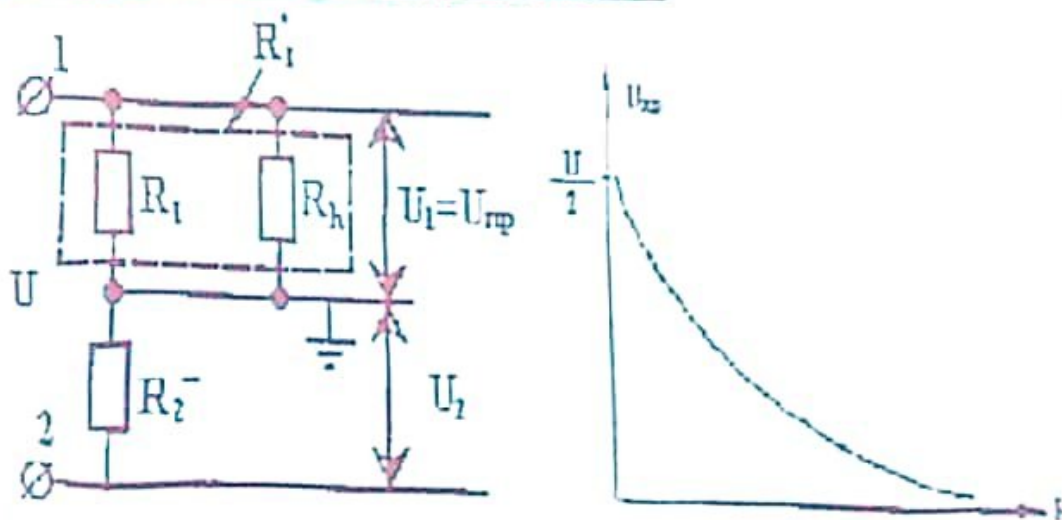
3. Однофазное прикосновение

Ток через тело человека существенно зависит от утечек в изоляционных конструкциях.



Условия безопасности прикосновения к токоведущим частям обеспечиваются только в сетях с малой разветвлённостью.

Сеть с пренебрежимо малой емкостью.



$$\exists R_1, R_2 \ll R_h \quad R_1' = R_1 R_h / (R_1 + R_h) \approx R_h \ll R_2, \quad U_{пр} \rightarrow 0$$

$$\exists R_1 \approx R_2 \ll R_h \quad R_1' \approx R_1 \approx R_2 \quad U_{пр} \approx U_2$$

$$\text{Если } R_2 \gg R_1 \quad U_{пр} \rightarrow U_{раб}$$

3.1. Напряжение шага

Первопричина — приближение человека к месту замыкания токоведущих частей на землю.

Напряжение шага — разность потенциалов двух точек поверхности земли, на которых находится человек

4. Защитные мероприятия

Организационные защитные мероприятия от поражения электрическим током

- Обучение
- Аттестация
- Инструктаж
- Проверка

4.1. Технические защитные мероприятия

- Исключения (уменьшения вероятности) прикосновения к токоведущим частям вообще или только к находящимся под рабочим напряжением
- Исключение возможности (уменьшение вероятности) выноса напряжения сети на нетоковедущие части
- Уменьшение величины напряжения прикосновения
- Уменьшение длительности протекания через тело человека опасного по величине тока

Выбор вида технических средств защиты зависит от:

- Степени опасности поражения электрическим током, определяемой
 - Параметрами электрической сети (рабочее напряжение, уровни сопротивления изоляции и емкости относительно земли, режим нейтрали)
 - Уровнем квалификации персонала
 - Условиями размещения оборудования
- Требований к обеспечению непрерывности питания электроприемников
- Экономических соображений

Квалификация персонала:

- Электротехнический персонал
- Производственный персонал
- Население

Категории помещений по степени опасности поражения электрическим током:

- Без повышенной опасности
- С повышенной опасностью
- Особо опасные

Признаки повышенной опасности:

- Сырость (относительная влажность более 75%)
- Токопроводящая пыль (технологическая пыль может оседать на провода, проникать внутрь корпусом электротехнических изделий)
- Высокая температура (более 1 суток превышает 35°)
- Токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные)
- Возможность прикосновения человека к металлическому корпусу прибора и к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам

Признаки особой опасности:

- Особая сырость (относительная влажности близка к 100% — влагой покрыты потолок и стены)
- Химически активная или органическая среда (постоянно или в течение длительного времени содержаться агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования)
- Одновременное наличие двух или более признаков повышенной опасности

4.1.1. Обеспечение недоступности токоведущих частей

- Электрическая изоляция токоведущих частей
- Расположение токоведущих частей вне досягаемости
- Корпуса устройств, ограждения, барьеры
- Блокировки, сигнализации, маркировки, отличительная окраска

Степени защиты, обеспечиваемые оболочками

Буква кода	Расшифровка
IP	International Protection
2	Защита людей от доступа к опасным частям (от 0 до 6 или X)
3	Защита оборудования от вредного воздействия в результате проникновения воды (от 0 до 6 или X)

Уровни защиты от доступа:

- 0 — Защита отсутствует
- 1 — От твердых предметов $\varnothing > 52.5$ мм и контакта большим участком тела
- 2 — Пальцы и предметы $\varnothing > 12.5$ мм
- 3 — Проволока и предметы $\varnothing > 2.5$ мм

- 4 — Проволока и предметы $\emptyset > 1$ мм
- 5 — Полная защита персонала, защита от вредных отложений пыли
- 6 — Полная защита оборудования от попадания пыли

Уровни защиты от влаги:

- 0 — Защита отсутствует
- 1 — Защита от падающих сверху капель конденсата
- 2 — Защита от капель воды, падающих под углом 15°
- 3 — Защита от дождя
- 4 — Защита от брызг
- 5 — Защита от водяных струй
- 6 — Защита от захлестывания водой
- 7 — Защита при кратковременной погружении в воду
- 8 — Защита при длительном погружении в воду

4.1.2. Применение малых (сверхмалых) напряжений

В зависимости от категории помещения нормируется максимально допустимое рабочее напряжение приемников электроэнергии, эксплуатируемых без средств защиты

Защита от прямого прикосновения не требуется, если аппаратура находится в зоне системы уравнивания потенциалов, а наибольшее рабочее напряжения не превышает:

Условия	~	—
В помещениях без повышенной опасности	25 В	60 В
В помещения с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках	6 В	15 В

Категория помещения	Максимальное рабочее напряжение	
	—	~
Без повышенной опасности	120	50
С повышенной опасностью	60	25
Особо опасное	30	12

4.1.3. Двойная изоляция

Двойная изоляция — совокупность рабочей и дополнительной изоляции, при которой доступные прикосновению части не приобретают опасного потенциала при повреждении только основной или только дополнительной изоляции

4.1.4. Защитное заземление

Защитное заземление — намеренное соединение с землей металлических токоведущих частей, могущих оказаться под напряжением

При наличии защитного заземления в случае повреждения электрической изоляции (замыкания фазы на корпус электроприемника) рабочее напряжения с приемника электроэнергии не снимается но напряжение прикосновения уменьшается до безопасного значения

Защитное заземление не защищает от других вариантов поражения током, кроме случаев прикосновения к корпусу устройства с поврежденной изоляцией

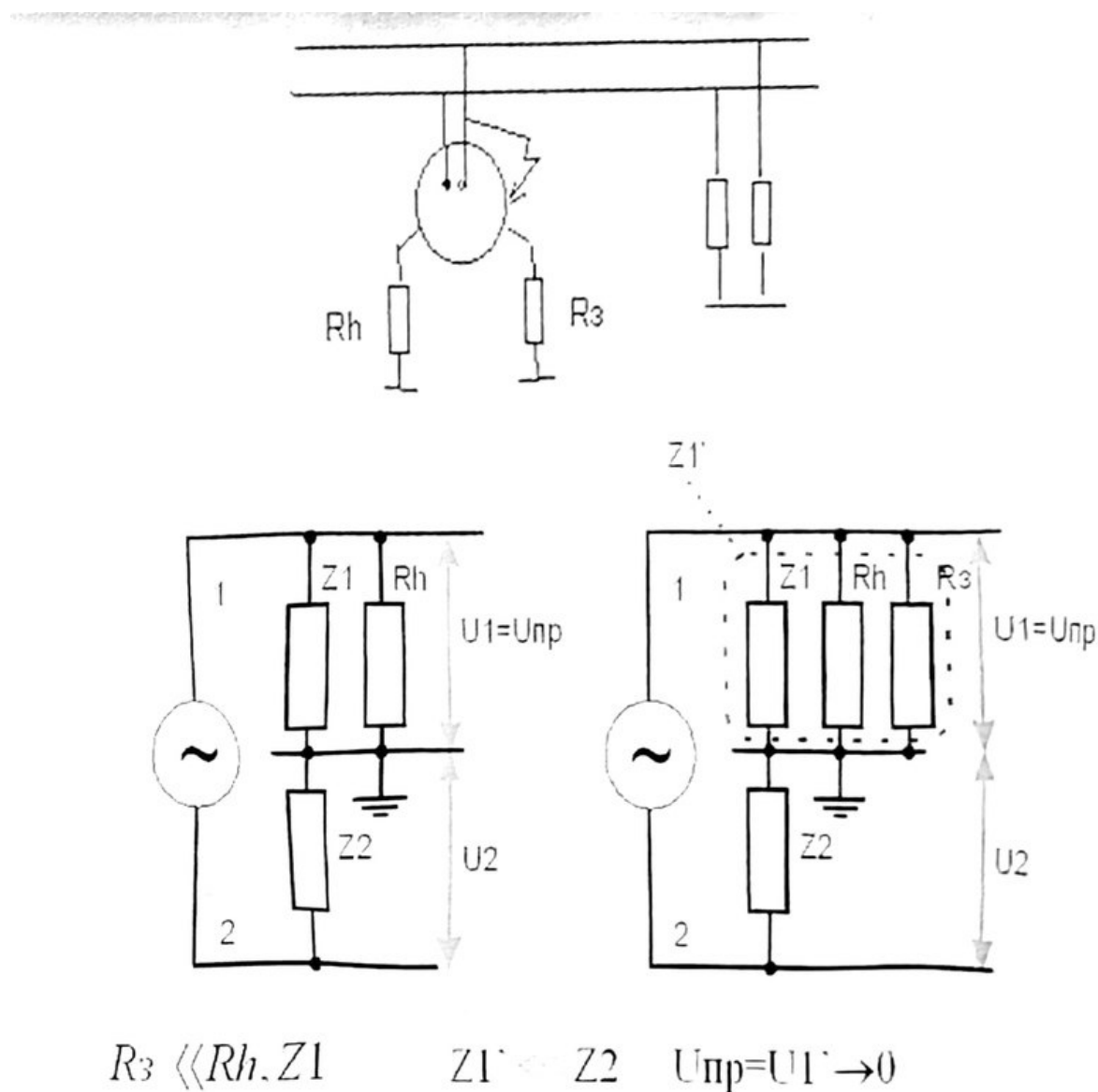


Рисунок 5. Пример заземления

По причине, показанной на рисунке 6, применение защитного заземления в системах с

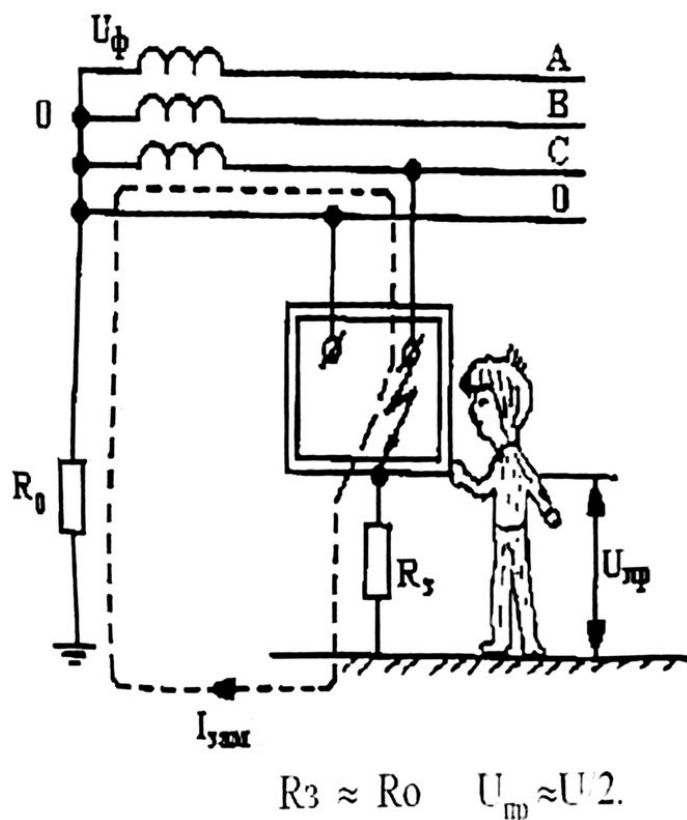


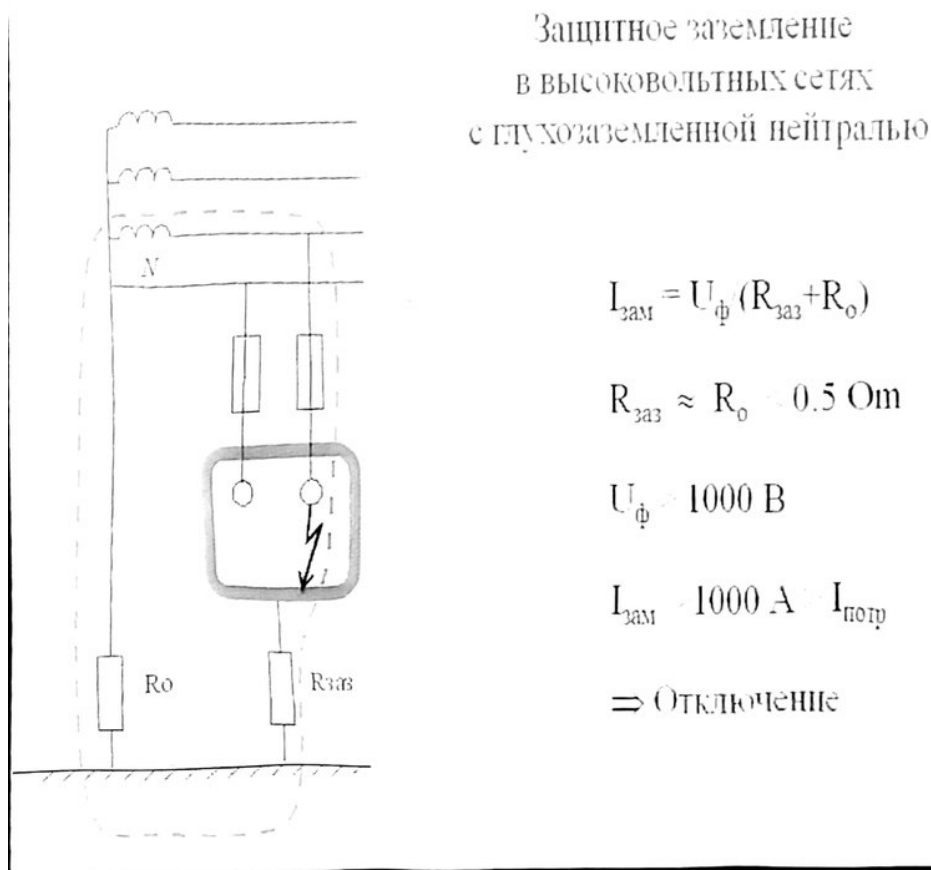
Рисунок 6. Неэффективность работы защитного заземления в сетях с заземленным нулевым проводом

глухозаземленной нейтралью запрещено

Защитное заземление в высоковольтных сетях с глухозаземленной нейтралью

Области применения защитного заземления

- В электроустановках переменного тока с изолированной нейтралью ≥ 380 В и постоянного тока с изолированной средней точкой ≥ 440 В и выше
- В электроустановках с изолированной от земли нейтралью (полюсом), если рабочее напряжение выше 50 (25, 12) В переменного и 120 (60, 30) В постоянного тока в зависимости от категории опасности помещения
- Во взрывоопасных точках — заземляются нековедущие части независимо от значения рабочего напряжения электрооборудования
- В электроустановках с глухозаземленной нейтралью при напряжении более 1000 В



4.1.5. Зануление

Зануление — намеренное электрическое соединение металлических нетоковедущих частей с многократно заземленным нулевым проводом питающей сети

Области применения зануления

- В электроустановках переменного тока с заземленной нейтралью $\geq 380 \text{ В}$ и постоянного тока с изолированной средней точкой $\geq 440 \text{ В}$ и выше
- В электроустановках с заземленной нейтралью (полюсом), если рабочее напряжение выше 50 (25, 12) В переменного и 120 (60, 30) В постоянного тока в зависимости от категории опасности помещения
- Во взрывоопасных зонах в электроустановках с заземлённой нейтралью (полюсом) — независимо от значения рабочего напряжения электрооборудования

Расчёт зануления

1. Выбор $I_{\text{номТЗ}}$

(а) $I_{\text{ном}}$ установки

(б) $I_{\text{пуск}} = k_1 I_{\text{ном}}$. $k = 1, 2$ — для активной нагрузки, 5–6 для электродвигателя

(с) Выбирают устройство ТЗ $I_{\text{номТЗ}} \geq I_{\text{пуск}}$

2. Расчёт тока замыкания

- $I_{\text{откл}} \leq I_{\text{hдопуст}}$
- $I_{\text{КЗ}} k I_{\text{ном}}$ принимают $k = 1.25 \dots$

3. Выбор провода

$$I_{\text{КЗ}} = \frac{U_{\varphi}}{R_{\Sigma}} = \frac{U_{\varphi}}{Z_T + Z_{\varphi} + Z_{\text{вн}} + Z_{\text{внутр}}} \approx \frac{U_{\varphi}}{1.5 R_{\text{внутр}}}$$

$$R_{\text{внутр}} = \frac{U}{1.5 I_{\text{КЗ}}} = \rho \frac{l}{S}$$

Опасные неисправности в системе зануления

- Несоответствие установок срабатывания автоматических выключателей или номинальных токоплавких вставок предохранителей параметрам защищаемых полей
- Повторное заземление нулевого защитного проводника снижает напряжение на зануленных корпусах в период замыкания фазы на корпус
- Установка коммутационных аппаратов (рубильников, выключателей) не в фазном, а в PEN проводе

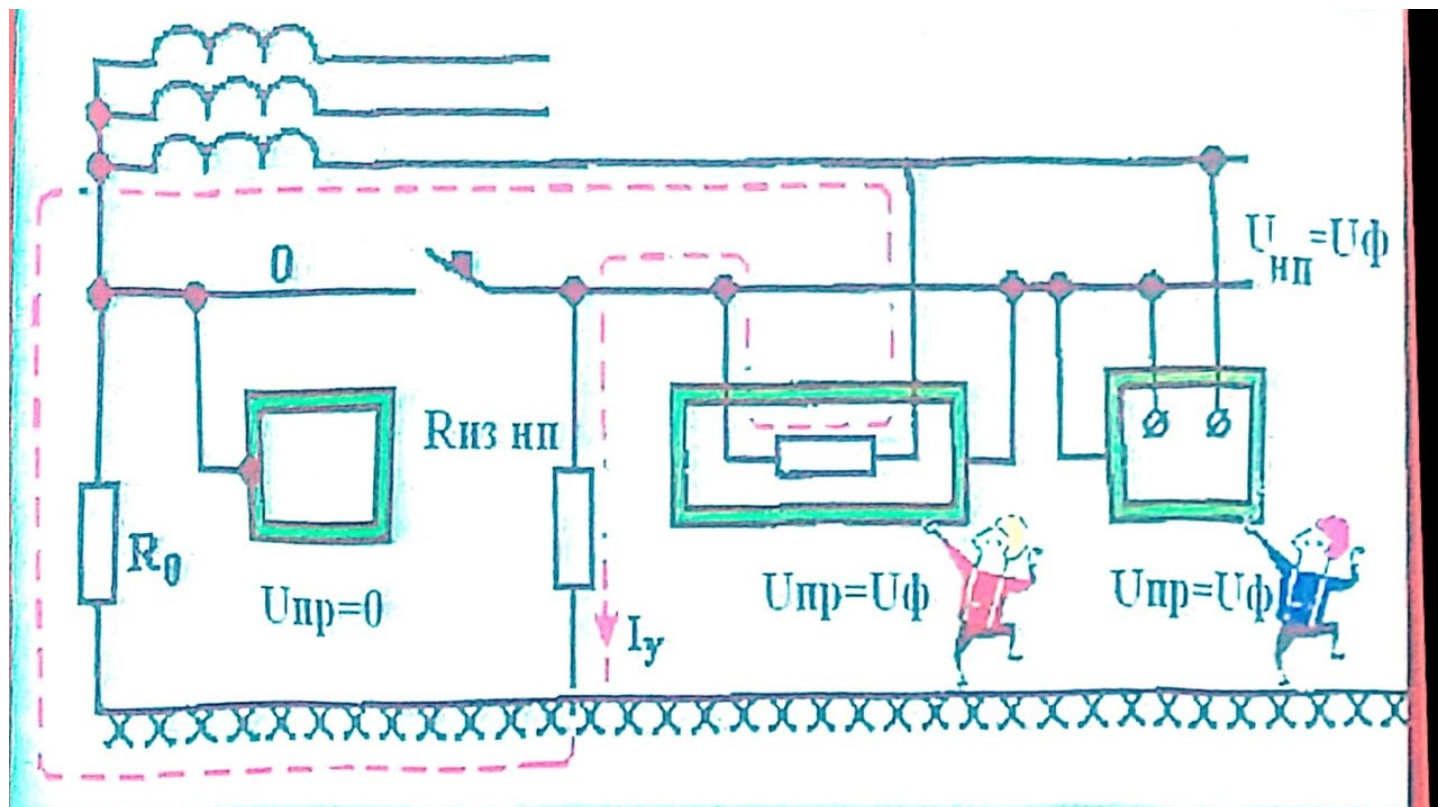


Рисунок 7. Рисунок

Наличие повторного заземления защитного проводника — снижение напряжения

относительно занулённых конструкций в период замыкания фазы на корпус как при исправной схеме зануления, так и в случае обрыва нулевого проводника

- Обрыв цепи заземления нейтрали

Повторное заземление нулевого провода снижает напряжение U_0 за счёт перераспределения падений напряжения на $R_{\text{зам}}$ и $R_{\text{повт}}$

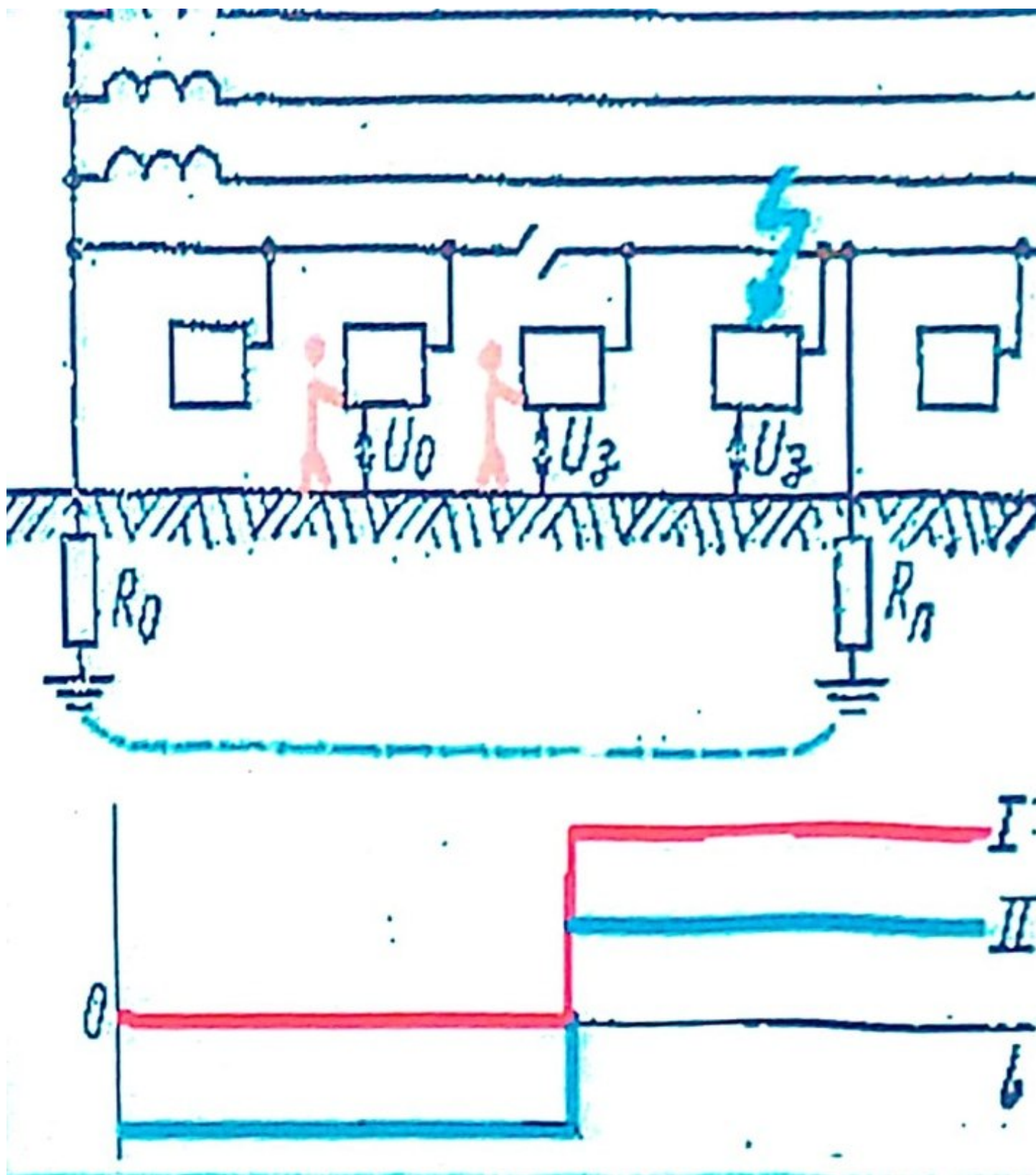
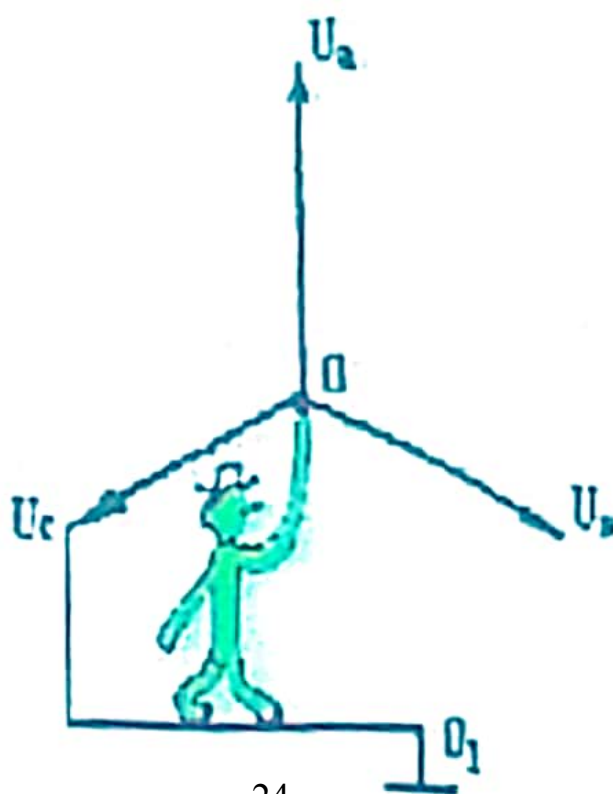
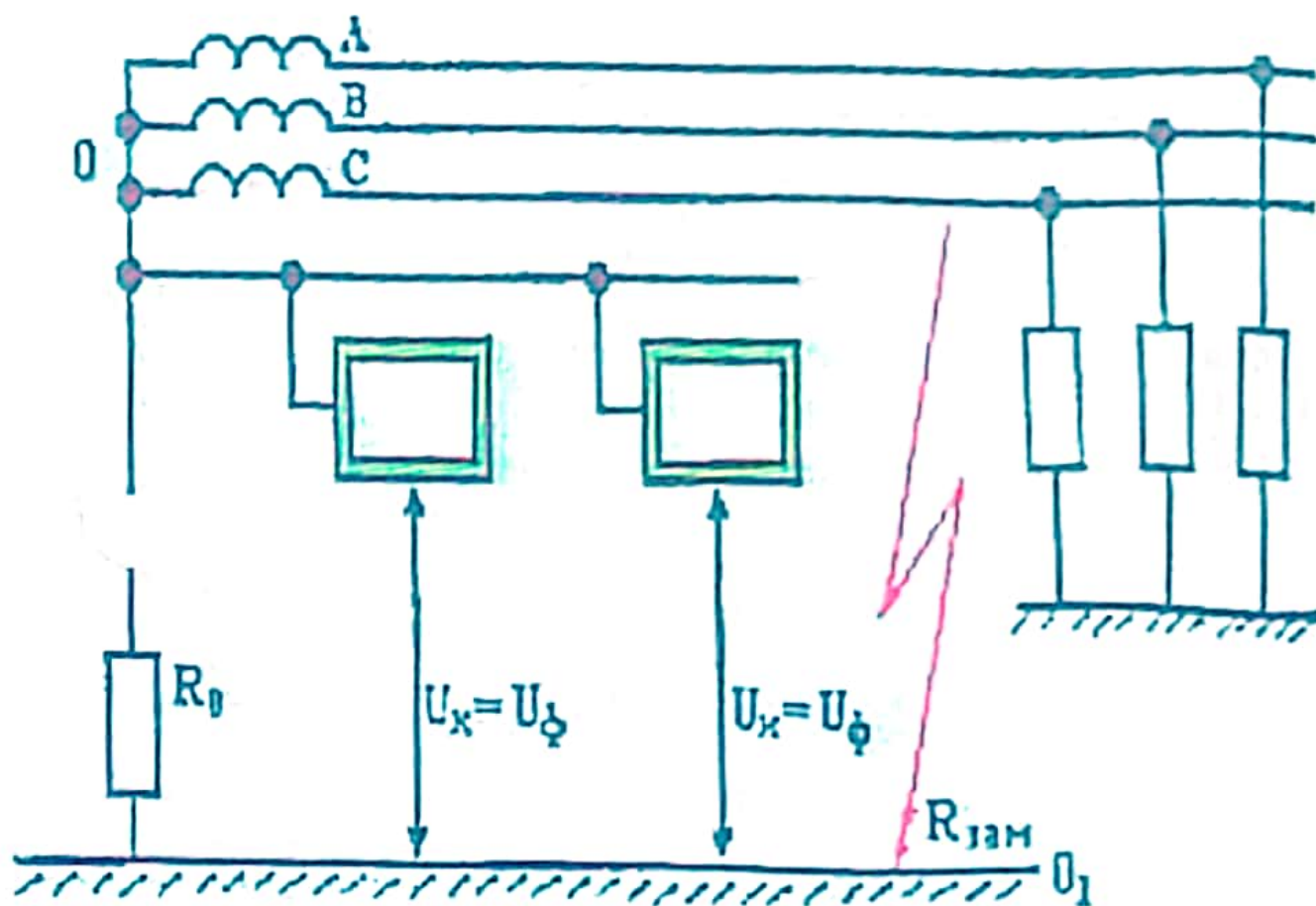


Рисунок 8. Рисунок

24
Рисунок 9. Рисунок

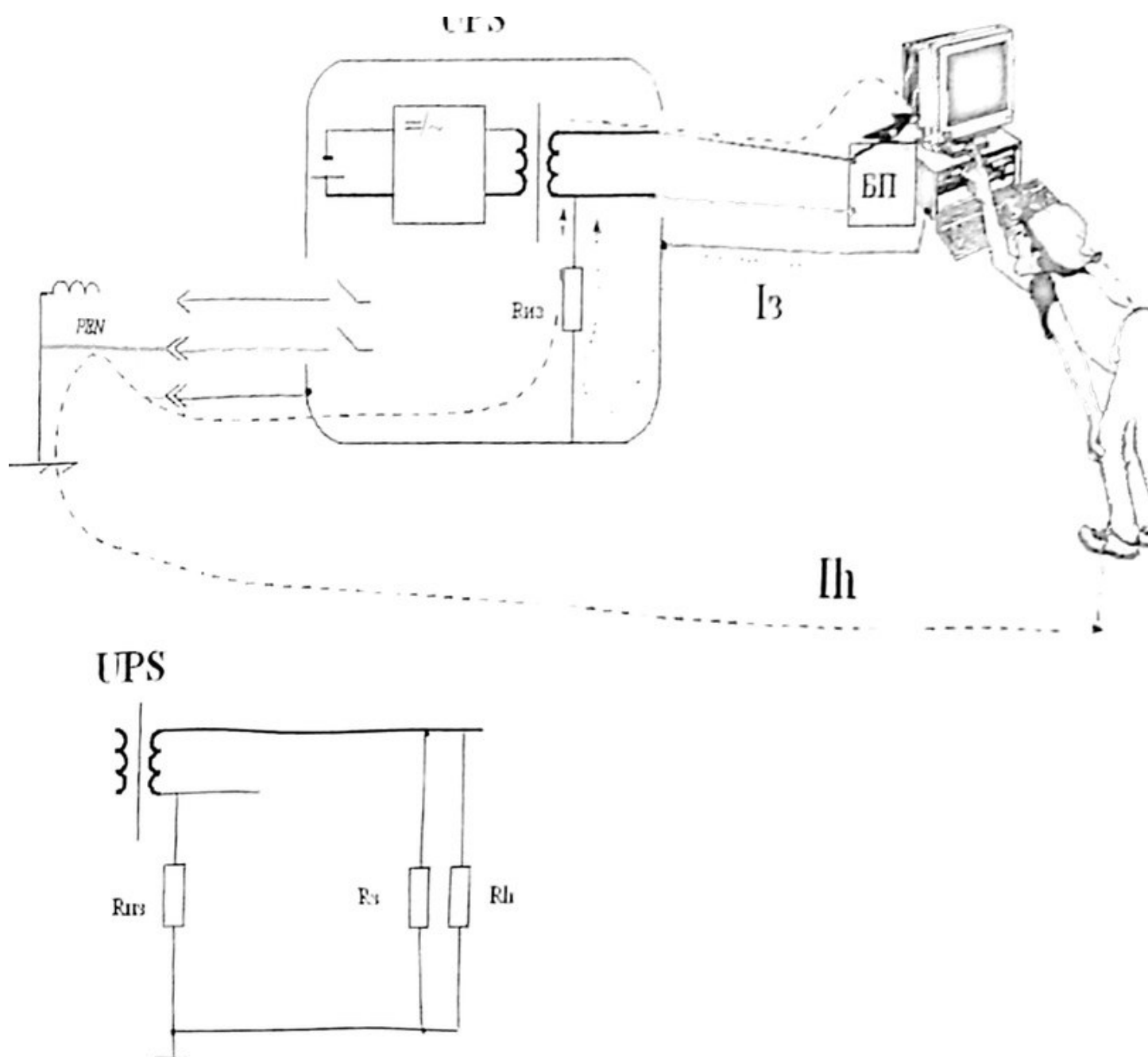


Рисунок 10. ИБП

4.2. Классификация оборудования

- **Класс 0** — защита обеспечивается основной изоляцией
- **Класс I** — защита обеспечивается основной изоляцией и соединением открытых проводящих частей с защитным проводником
- **Класс II** — защита обеспечивается двойной или усиленной изоляцией
- **Класс III** — защита обеспечивается безопасным напряжением

4.2.1. Международная классификация электрических сетей

- I — isolate (изолированный)
- T — terra (земля)
- C — commune (общий)
- S — separate (разделенный)
- N — neutral (нейтральный)

Буквы в названии:

1. Отношение нейтрали к земле
2. Отношение корпуса приемника к земле
3. Выполнение защитного проводника

TN — сеть с глухозаземленной нейтралью, IT — сеть с изолированной нейтралью.

В сети TN-S обрыв нулевого провода не приводит к выносу напряжений на корпуса, в отличие от сети TN-C, где корпуса подключены к нейтрали.

В сети TT корпуса заземлены отдельно от нейтрали. В такой сети необходимо использование устройств защитного отключения

4.3. Защитное отключение

Устройства защитного отключения (УЗО) выявляют факт однофазного (однополюсного) прикосновения человека либо факт однофазного снижения сопротивления изоляции

Особенности:

- Разнообразие защищаемых ситуаций
 - Прямое и косвенное однофазное прикосновение
 - Пожарная опасность однофазных замыканий

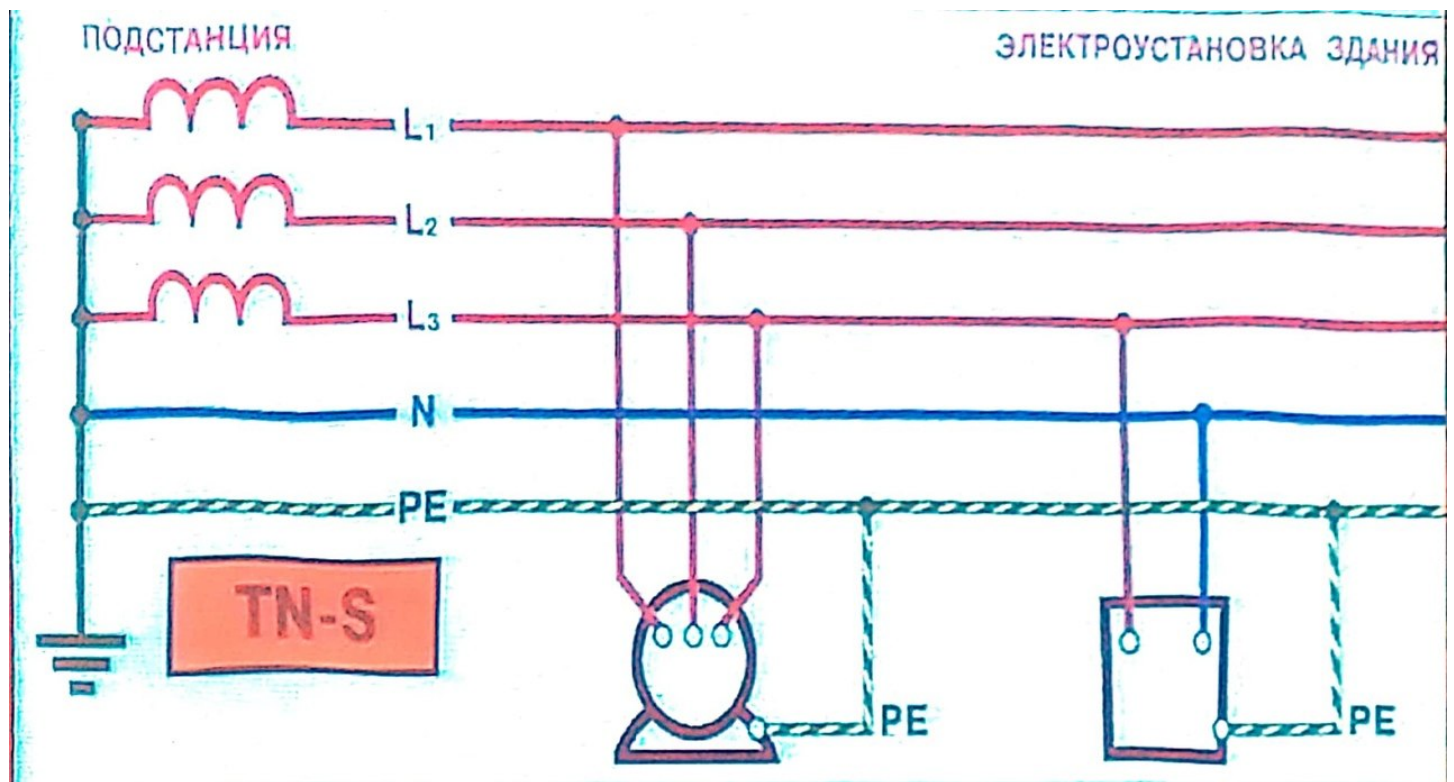


Рисунок 11. Сеть TN-S

- Высокая чувствительность (способность выявить опасность на ранней стадии возникновения)
- Высокое быстродействие

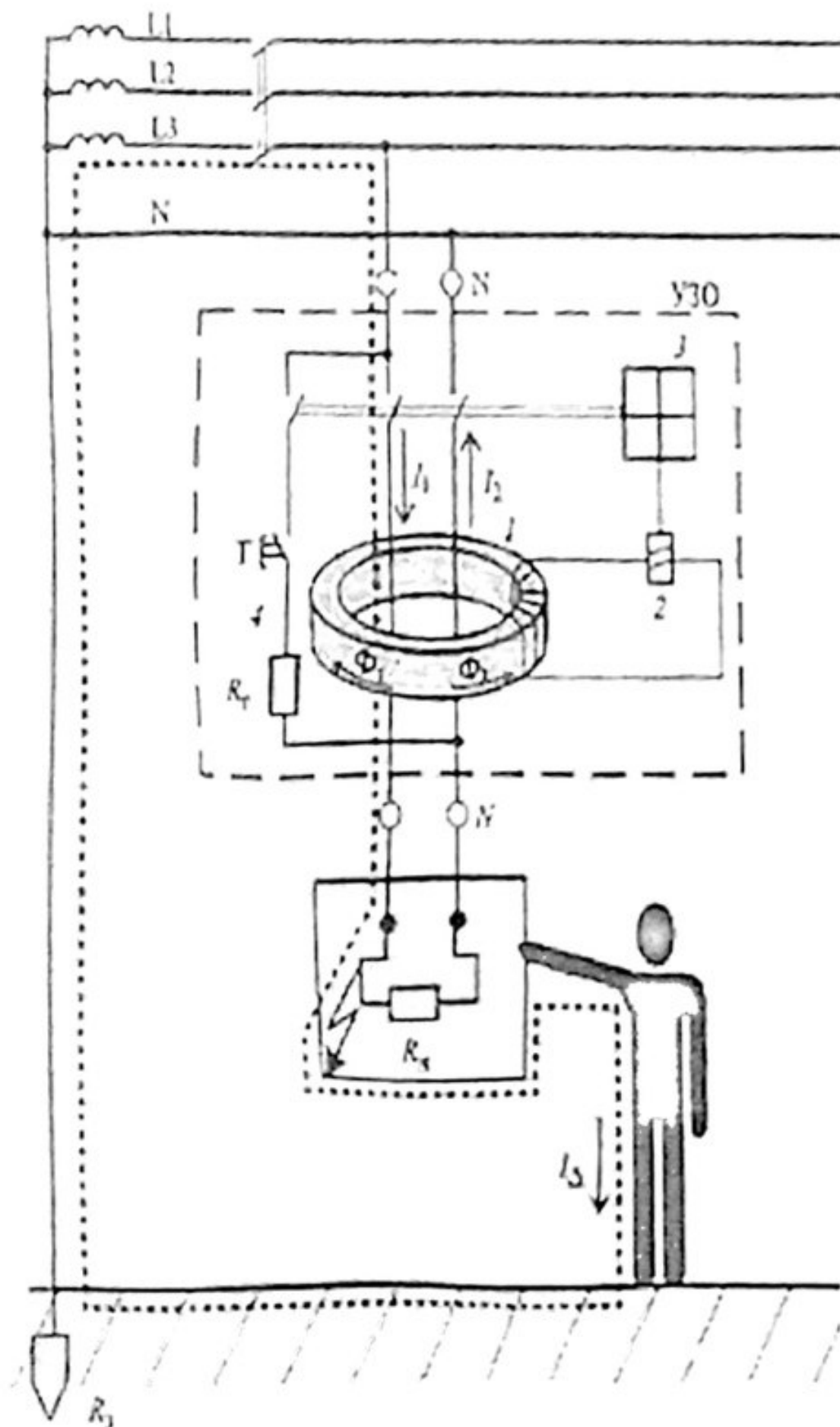


Рисунок 12. УЗО на основе дифференциальных токов. Самый популярный вариант

4.4. Защитное разделение сетей

Разделительным называется трансформатор, предназначенный для отделения сети, питающей электроприемник, от первичной электрической сети, а также от сети заземления или зануления.

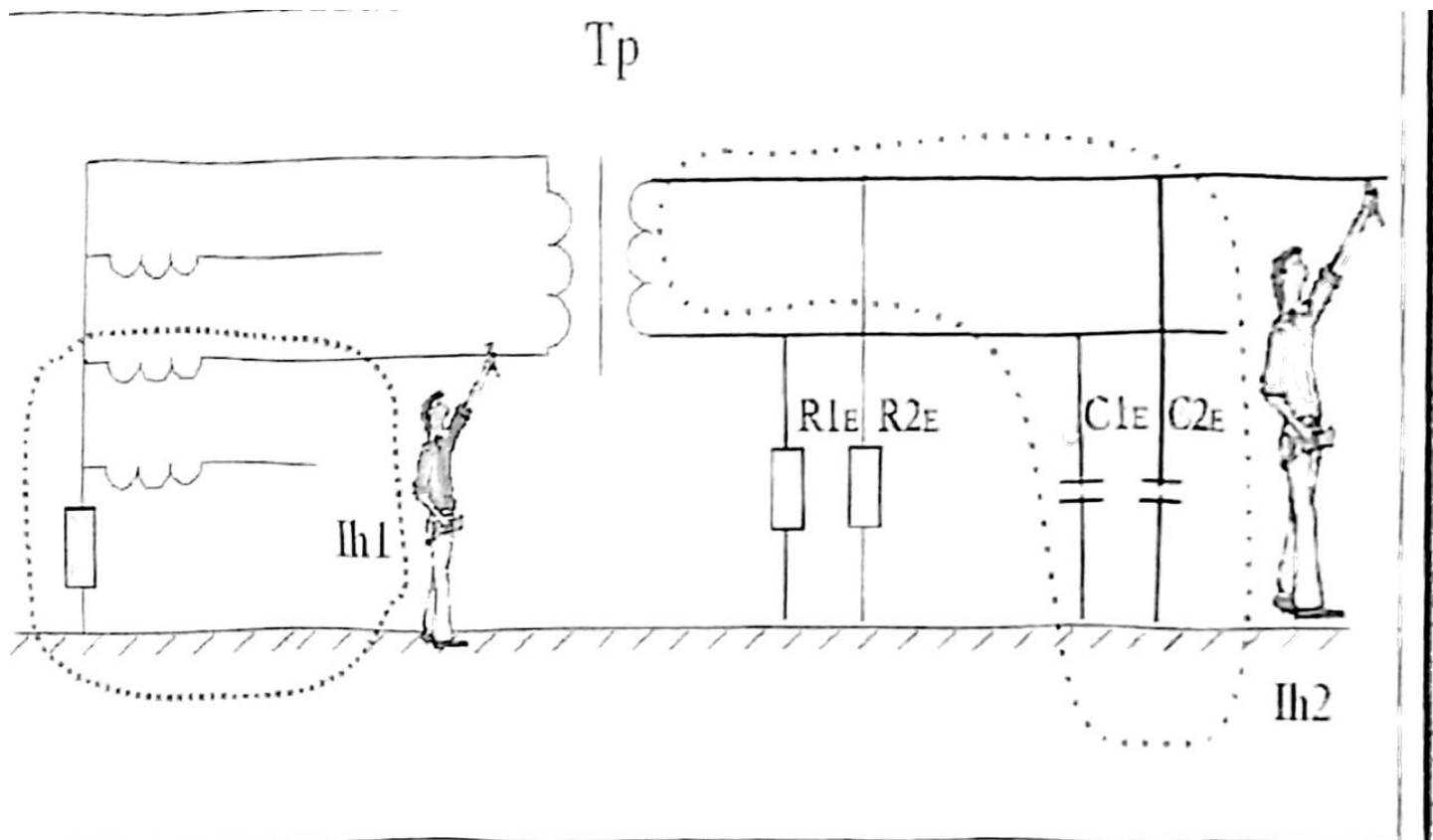


Рисунок 13. Защитное разделение

4.5. Уравнивание потенциалов

Уравнивание потенциалов — электрическое соединение проводящих частей для достижения равенства их потенциалов

4.6. Выравнивание потенциалов

Выравнивание потенциалов — снижение разности потенциалов (шагового напряжения) на поверхности земли за счёт повышения электропроводности поверхности земли на некотором пространстве вокруг заземлителя

4.7. Электрозащитные средства

- **Основные** — позволяют работать на токоведущих частях

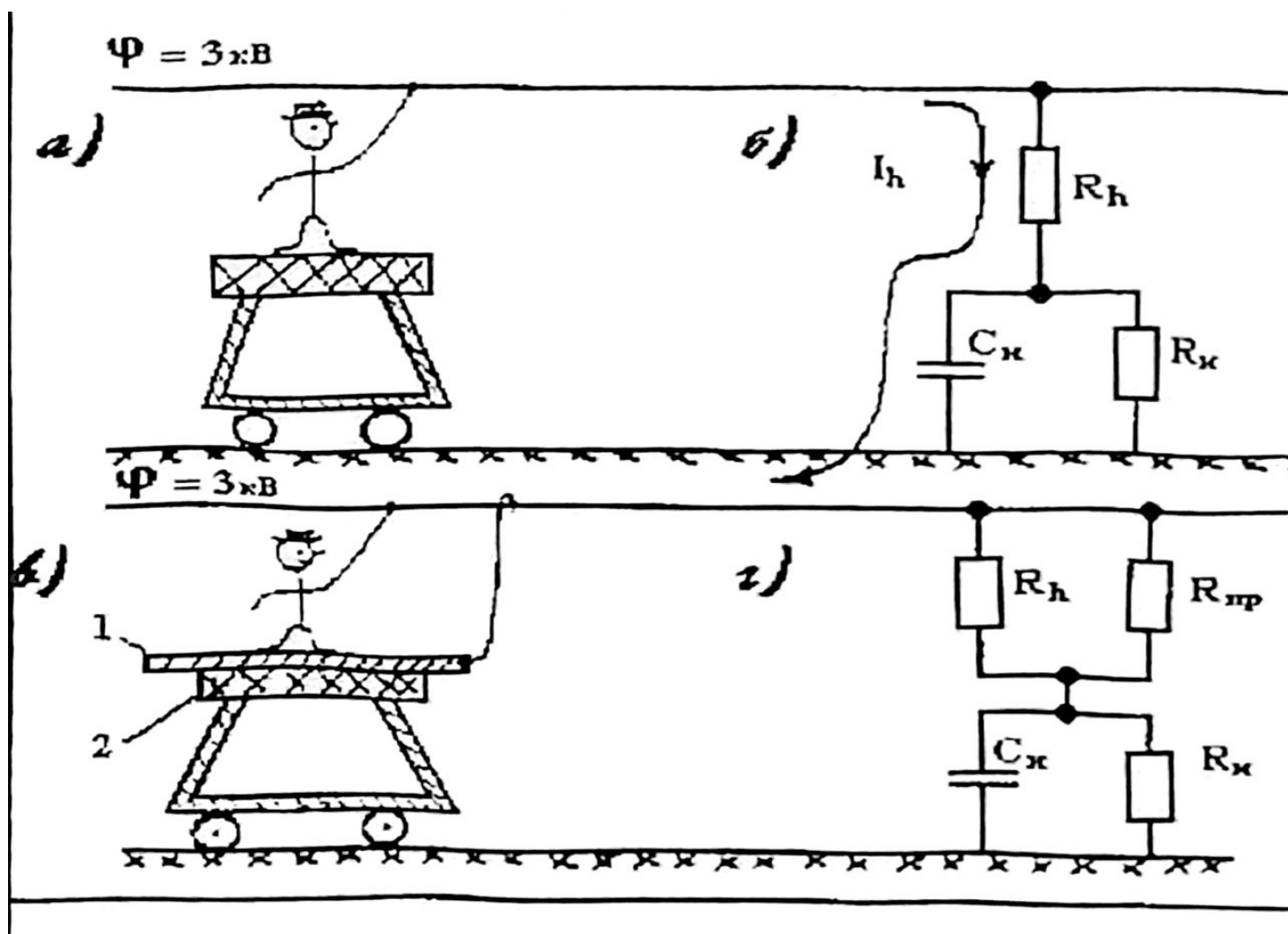


Рисунок 14. Уравнивание потенциалов

- **Дополнительные** — усиливают действие основных