Министерство образования и науки Российской Федерации
Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В.Ломоносова

О.А. КАЛИНИЧЕВА

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Учебное пособие

Архангельск 2015

УДК [621.3:331.4](075)
ББК 31.2н6я73
К 172

Рецензенты:
С.А. Серхачёв, зам. начальника отдела по государственному энергетическому надзору по Архангельской области
А.В. Федосеев, главный энергетик приморского филиала ОАО «АрхоблЭнерго».

Калиничева О.А.

Основы электробезопасности в электроэнергетике: учебное пособие. – Архангельск: «С(А)ФУ», 2015 – 126 с.

В пособии изложены теоретические сведения об опасности воздействия электрического тока на организм человека, правила организации безопасной работы в электроустановках; приведён порядок оказания доврачебной помощи пострадавшим от действия электрического тока на организм человека.

В пособие включены методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Основы электробезопасности в электроэнергетике», предназначенные для закрепления знаний в области электробезопасности при эксплуатации электроустановок студентами, обучающимися по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (профиль «Менеджмент в электроэнергетике»).

Ил.43 Табл.6 Библиогр. назв.12

Оглавление

Введение 5
1. Воздействие электрического тока на организм человека 7
2. Технические меры защиты, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках 19
3. Средства защиты, используемые в электроустановках 29
3.1. Общая характеристика средств защиты 29
3.2. Правила хранения и использования средств защиты 31
3.3. Плакаты и знаки безопасности 35
4. Общие указания по устройству электроустановок 39
5. Требования к работникам, допускаемым к выполнению работ в электроустановках 51
5.1. Общая характеристика персонала 51
5.2. Формы работы с персоналом 52
6. Организационные мероприятия при выполнении работ в электроустановках 65
6.1. Общая характеристика организационных мероприятий 65
6.2. Порядок организации работ в электроустановках с оформлением наряда-допуска 66
6.3. Порядок организации работ в электроустановках по распоряжению 67
6.4. Порядок организации работ в электроустановках, выполняемых в порядке текущей эксплуатации 70
6.5. Работники, ответственные за безопасное ведение работ 72
7. Оказание первой помощи при несчастных случаях на производстве 80
8. Методические указания для выполнения лабораторныхработ 89
8.1. Меры безопасности при проведении лабораторных работ 89
8.2. Характеристика лабораторного оборудования 90
8.3. Подготовка и проведение измерений с помощью электронного мультиметра 91

Лабораторная работа № 1 «Действие электрического тока на организм человека» 92
Лабораторная работа № 2 «Меры защиты человека от поражения электрическим током» 97
Лабораторная работа № 3 «Защита человека от поражения электрическим током в электроустановках до 1 кв с разными системами заземления» 103
Список литературы 125

ВВЕДЕНИЕ

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электрические установки, используемые на производстве, представляют большую потенциальную опасность.

Электроустановка – совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования её в другие виды энергии.

Кроме поражения людей электрическим током нарушение режима работы электроустановок может сопровождаться в отдельных случаях возникновением пожара или взрыва. Опасность поражения людей электрическим током специфична и усугубляется тем, что она не может быть обнаружена органами чувств человека: зрением, слухом, обонянием.

Анализ статических данных показывает, что уровень электротравматизма на производстве среди всех травм не высок и составляет не более 1 %. Однако, по числу случаев со смертельным исходом электротравматизм занимает одно из первых мест, достигая в отдельных отраслях 40 %. При этом до 80 % случаев со смертельным исходом приходится на электроустановки напряжением 127... 380 В.

Практика показывает, что в большинстве случаев при применении электрической энергии опасность возникает из-за нарушения целостности изоляции токоведущих частей. На состояние изоляции существенное влияние оказывает температура и влажность окружающей среды производ-

ственных помещений, наличие химически активной среды и ряд других факторов.

Таким образом, при эксплуатации электрического оборудования, аппаратуры и приборов большое значение приобретают вопросы защиты обслуживающего персонала и других лиц от опасности поражения электрическим током.

Учебное пособие «Основы электробезопасности» предназначено для подготовки к проверке знаний по электробезопасности.

Пособие составлено на основании правил:

1. «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ, издание шестое и седьмое);

2. «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП, 2003 г.);

3. «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок», (ПОТЭУ, 2014г.);

4. «Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках», (ИП и ИСЗ, 2003г.);

5. «Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве», 2007 г;

6. «Правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики Российской Федерации», 2003 г.

Перечисленные правила и инструкции по охране труда являются обязательными для всех организаций, учреждений, предприятий РФ, предпринимателей независимо от форм собственности. Техническая эксплуатация электроустановок может производиться по правилам, разработанным в отрасли. Отраслевые правила не должны противоречить основным действующим Правилам.

1. ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Прикоснувшись к проводнику, находящемуся под напряжением, человек «включает» себя в электрическую цепь, если он плохо изолирован от земли или одновременно касается объекта с другим значением потенциала. В этом случае через тело человека проходит электрический ток, который оказывает специфическое действие на организм: термическое, электролитическое, механическое и биологическое.

При термическом действии происходит перегрев и функциональное расстройство органов на пути прохождения тока.

Электролитическое действие тока выражается в электролизе жидкости в тканях организма, в том числе крови, и нарушении ее физико-химического состава.

Механическое действие приводит к разрыву тканей, расслоению, ударному действию испарения жидкости из тканей организма. Механическое действие связано с сильным сокращением мышц, вплоть до их разрыва.

Биологическое действие тока выражается в раздражении и перевозбуждении нервной системы.

В «Правилах устройства электроустановок» пп.1.7.11 – 1.7.14 касание человеком проводов и конструкций, находящихся под напряжением разделяют на прямое и косвенное прикосновение.

Прямое прикосновение - электрический контакт людей или животных с токоведущими частями, находящимися под напряжением.

Косвенное прикосновение - это электрический контакт людей или животных с открытыми проводящими частями, оказавшимися под напряжением при повреждении изоляции.

Человек, находящийся в зоне растекания тока и касающийся при этом корпуса оборудования, оказывается под напряжением прикосновения (ПУЭ п.1.7.24).

Напряжение прикосновения – это напряжение, возникающее между двумя проводящими частями или между проводящей частью и землей при одновременном прикосновении к ним человека или животного.

Находясь в зоне растекания тока замыкания на землю, человек оказывается под напряжением шага (ПУЭ п.1.7.25).

Напряжение шага – это напряжение между двумя точками на поверхности земли, на расстоянии 1 м одна от другой, которое принимается равным длине шага человека.

Несоблюдение персоналом, эксплуатирующим электроустановки, правил электробезопасности может привести к поражению электрическим током и различным электротравмам. Различают два вида электротравм: местные электротравмы и общие электротравмы (электрический удар).

Местная электротравма – это чётко выраженное местное повреждение целостности тканей организма, в том числе костных тканей, вызванное действием электрического тока или электрической дугой. К местным электротравмам относятся: электрические ожоги, электрические знаки, электрометаллизация кожи, механические повреждения, электроофтальмия.

Электрический удар – возбуждение живых тканей организма протекающим через него электрическим током, сопровождающееся непроизвольными судорожными сокращениями мышц.

В зависимости от исхода поражения электрические удары делятся на четыре степени:

– I – судорожное сокращение мышц без потери сознания;

– II – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранением дыхания и работой сердца;

– III - потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (или того и другого вместе);

– IV – клиническая смерть, то есть отсутствие дыхания и кровообращения – переходное состояние от жизни к смерти, наступающее с момента прекращения деятельности сердца и легких. У человека при этом отсутствуют все признаки жизни. Однако в первый момент во всех клетках продолжаются обменные процессы (клеточное дыхание) хотя и на очень низком уровне, но воздействуя на сердце и легкие можно оживить организм. Длительность клинической смерти определяется временем с момента прекращения сердечной деятельности и дыхания до начала гибели клеток коры головного мозга, в большинстве случаев 4-6 мин (редко 7-8 мин.).

Характер и последствия поражения обуславливаются рядом факторов, влияющих на исход поражения.

Главным и определяющим фактором воздействия электрического тока на тело человека является сила тока. Предельно допустимая неощутимая величина переменного тока 0,3 мА. Эта величина считается условно безопасной.

Человек начинает ощущать воздействие проходящего через него тока при увеличении силы тока до 0,6 – 1,6 мА для переменного тока частотой 50 Гц и 5 – 7 мА для постоянного тока. Эти значения называются пороговыми ощутимыми токами. Для переменного тока характер ощущения проявляется в виде пощипывания, легкого дрожания пальцев, для постоянного тока – в виде зуда, ощущения нагрева.

При увеличении силы тока до 10 мА для переменного тока и 50 мА постоянного тока возникает второе пороговое значение – неотпускающий или удерживающий ток. При этом происходит судорожное сокращение мышц и человек не в состоянии самостоятельно освободиться от действия тока (разжать пальцы и отпустить токопровод, за который он взялся).

При значениях переменного тока 100 мА, а постоянного 300 мА его воздействие передается непосредственно на мышцу сердца. При длительности воздействия 0,5 сек может наступить остановка или фибрилляция сердца. Это третье пороговое значение токов – фибрилляционный ток.

Как следует из сравнения пороговых значений токов, одни и те же воздействия вызываются большими значениями постоянного тока, чем переменного. Следовательно, переменный ток более опасен, чем постоянный ток. Однако, даже небольшой постоянный ток (ниже порога ощущения) при быстром разрыве цепи дает очень сильные удары, вплоть до судорог мышц рук. Так же установлено, что в электроустановках с уровнем напряжения выше 500 В опаснее постоянный ток. Наибольшую опасность представляет переменный ток частотой от 20 до 1000 Гц. При частотах ниже 20 Гц и выше 1000 Гц опасность поражения уменьшается, так как величины предельно допустимых не отпускающих токов изменяются от значения 20 мА в большую сторону.

Большое значение имеет путь прохождения электрического тока через тело человек, т.е. какими частями или участками тела человек касается токоведущей части. Основные «петли тока»: рука-рука, рука-нога, рука-голова, нога-нога, голова-нога. Наиболее опасны те пути, при которых электрический ток проходит через жизненно важные органы - головной или спинной мозг (голова-руки, голова-ноги), сердце и легкие (руки-ноги).

Степень опасности и исход поражения электрическим током зависят от схемы «включения» человека в электрическую цепь. Возможны два варианта прикосновения человека к сети: между двумя фазами - двухфазное и между фазой и нулевой точкой – однофазное.

Наибольшую опасность представляет двухфазное прикосновение (рисунок 1).

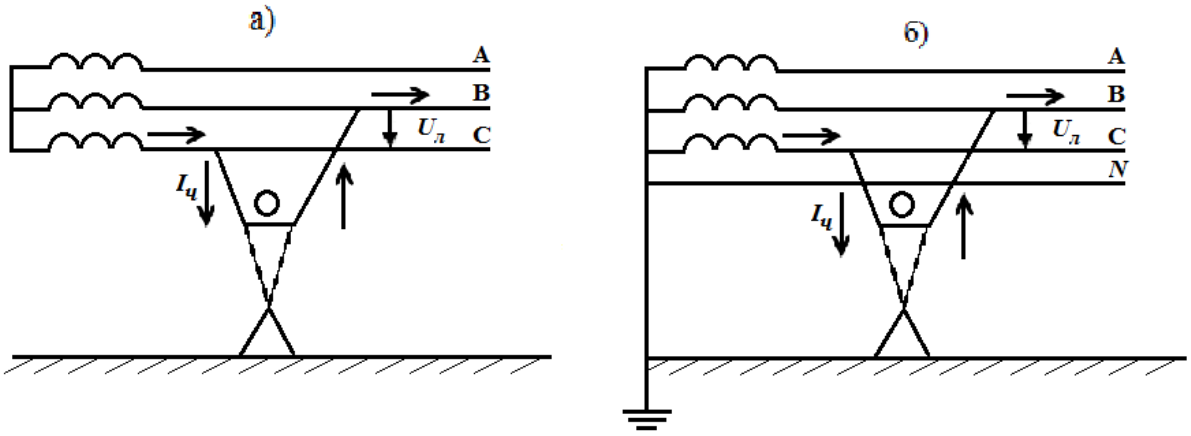


Рисунок 1 - Схема двухфазного включения человека в электрическую сеть: а – сеть с изолированной нейтралью; б – сеть с глухозаземленной нейтралью.

При двухфазном прикосновении человек попадает под линейное (рабочее) напряжение сети и величина тока, проходящего через тело человека, зависит только от напряжения сети и сопротивления тела человека:

$$I_ч = \frac{U_л}{R_ч}$$

где $U_л$ – линейное напряжение сети, В;

$R_ч$ – условное сопротивление тела человека, $R_ч$= 1000 Ом.

При однофазном включении в сеть с изолированной нейтралью (рисунок 2а), ток, проходящий через тело человека, возвращается к источнику через сопротивление изоляции фазных проводов, которое имеет большую величину. При этом величина тока, проходящего через человека, определяется по формуле:

$$I_ч = \frac{U_ф}{R_ч + R_{об} + R_п + (\frac{R_{из}}{3})}$$

где $U_ф$ – фазное напряжение, В;

$R_ч$ – сопротивление тела человека, Ом;

$R_{об}$ – сопротивление обуви, Ом;

$R_п$ – сопротивление пола, Ом;

$R_{из}$ – сопротивление изоляции фаз, Ом.

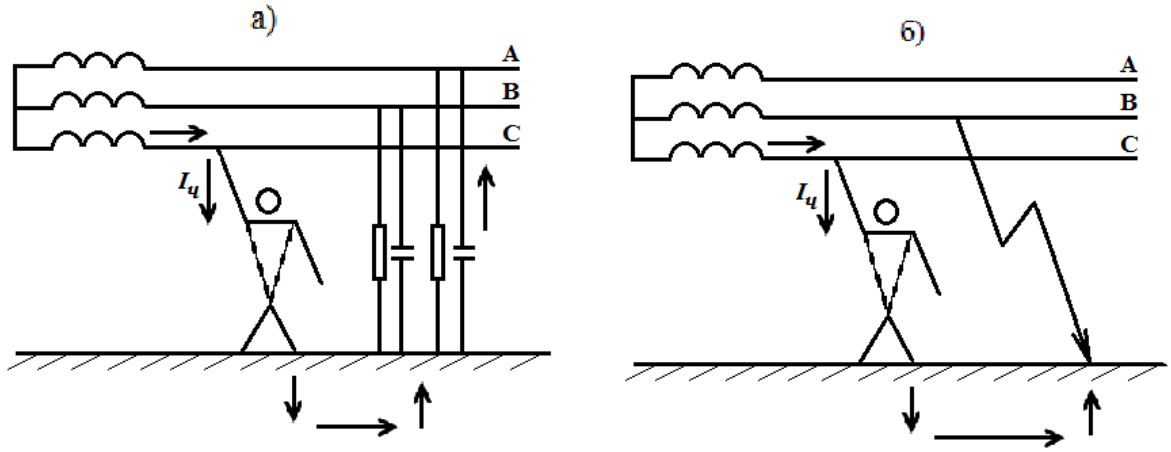


Рисунок 2 - Схема однофазного включения в сеть с изолированной нейтралью: а – при хорошей изоляции; б – при аварийном режиме.

В аварийном режиме (рисунок 2б), когда одна из фаз замыкает на землю или корпус оборудования или сопротивление изоляции мало, человек может оказаться под полным линейным напряжением:

$$I_ч = \frac{U_л}{R_ч + R_{об} + R_п}$$

При однофазном включении в сеть с заземленной нейтралью (рисунок 3) человек попадает под фазное напряжение независимо от величины сопротивления изоляции фаз.

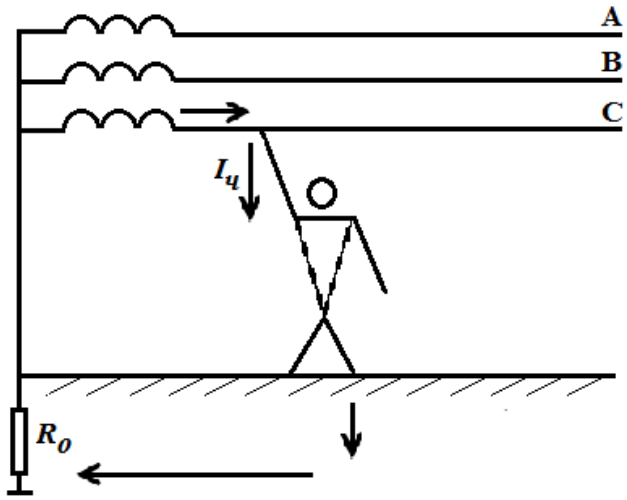


Рисунок 3 – Схема однофазного включения в сеть с заземленной нейтралью.

Величина тока, проходящего через человека, в этом случае определяется по формуле:

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{ч}} + R_{\text{об}} + R_{\text{п}} + R_0}$$

где R_0 – сопротивление заземления нейтрали, Ом.

Электрическое сопротивление тела и приложенное напряжение также влияют на исход поражения, поскольку определяют величину тока через организм. Сопротивление тела человека обусловлено не только физическими свойствами, но психоэмоциональным состоянием.

Сопротивление тела человека электрическому току складывается из трех составляющих: сопротивления кожи (в местах контактов), внутренних органов и емкости человеческого кожного покрова (рисунок 4).

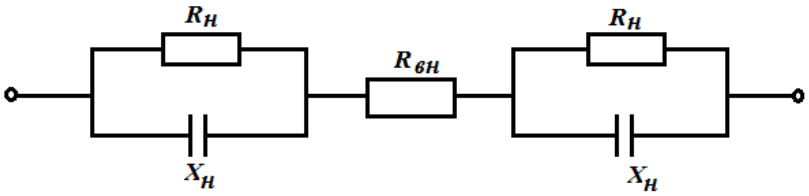


Рисунок 4 – Эквивалентная подробная схема замещения сопротивления тела человека.

$R_{\text{н}}$, $X_{\text{н}}$ – моделируют сопротивление кожи;

$R_{\text{вн}}$ – моделирует сопротивление внутренних тканей и органов тела человека.

Активное сопротивление наружного слоя можно рассчитать:

$$R_{\text{н}} = \frac{\rho_{\text{н}} d}{S}$$

где $\rho_{\text{н}}$ – удельное сопротивление наружного слоя кожи ($10^4 \ldots 10^5$), Ом/м;

d – толщина кожи, м;

S – площадь электрода, м^2.

Емкостное сопротивление $X_н$ обусловлено тем, что в месте соприкосновения тела с токоведущей частью (электродом) образуется как бы конденсатор, обкладками которого являются электрод и хорошо проводящие внутренние ткани тела, а диэлектриком, разделяющий обкладки конденсатора – наружный слой кожи.

$$X_н = \frac{1}{\omega C_н}$$

где ω – угловая частота,

$$\omega = 2\pi f$$

f – частота, Гц

$C_н$ – ёмкость плоского конденсатора, Ф

$$C_н = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$$

ε – диэлектрическая проницаемость;

ε_0 – диэлектрическая постоянная, $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Таким образом, полное сопротивление тела человека:

$$Z_h = \sqrt{\frac{4R_э(R_э + R_{вн}}{1 + \omega^2 C_э^2 R_э^2} + R_{вн}^2}$$

Сопротивление тела у различных людей (мужчин, женщин, детей), измеренное в разное время и в различных условиях неодинаково. Расчетное сопротивление тела человека принято 1000 Ом.

Сопротивление тела человека зависит от многих факторов:

- места приложения электродов,

- площади касания - с увеличением площади касания сопротивление уменьшается.

- величины тока и времени его прохождения - сопротивление уменьшается при увеличении тока и времени его прохождения, что связано с

нарушением процессов терморегуляции в организме: за счет усиления местного нагрева кожи и внутренних органов сосуды расширяются, усиливается снабжение этих участков кровью, что увеличивает потовыделение. Сопротивление влажной кожи уменьшается, ток еще более возрастает, усиливая нагрев и т.д.

- приложенного напряжения - повышение напряжения уменьшает сопротивление тела человека в десятки раз: во-первых, за счет нарушения процессов терморегуляции из-за увеличения тока; во-вторых, за счет развития процессов пробоя кожи при величине приложенного напряжения выше 50 В. При этом величина сопротивления Z_hстремится к значению $R_{\text{вн}}$ = (300 – 500) Ом.

На электробезопасность влияют многие факторы окружающей производственной среды, состояние электропомещений.

Электропомещения – помещения или отгороженные (например, сетками) части помещения, в которых расположено электрооборудование, доступное только для квалифицированного обслуживающего персонала.

В ПУЭ (пп.1.1.5 – 1.1.12) приведена следующая классификация помещений:

1) Сухие помещения - помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60 %.
2) Влажные помещения - помещения, в которых относительная влажность воздуха более 60 %, но не превышает 75 %.
3) Сырые помещения - помещения, в которых относительная влажность воздуха превышает 75 %.
4) Особо сырые помещения - помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100 % (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).

5) Жаркие помещения - помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура постоянно или периодически (более 1 суток) превышает +35 °С (например, помещения с сушилками, обжигательными печами, котельные).
6) Пыльные помещения - помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль, которая может оседать на токоведущих частях, проникать внутрь машин, аппаратов и т.п. Пыльные помещения разделяются на помещения с токопроводящей пылью и помещения с нетокопроводящей пылью.
7) 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.

Согласно ПУЭ все производственные помещения по опасности поражения электрическим током подразделяются на три категории:

1) Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2) Помещения с повышенной опасностью, характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:

а) высокая температура;

б) сырость;

в) токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.);

г) токопроводящая пыль;

д) возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землей, технологическим аппаратам, механизмам и т.п. с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям), с другой.

3) Помещения особо опасные, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

   а) особая сырость;

   б) химически активная или органическая среда;

   в) одновременно два и более условий повышенной опасности.

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

Вопросы для самостоятельной проработки:

1. Какие действия оказывает электрический ток, проходя через организм человека?
2. Виды поражения человека электрическим током, отличия электрических травм от электрических ударов.
3. Что такое ощутимый, неотпускающий и фибрилляционный токи, их пороговые значения и их действия на человека.
4. Какое влияние оказывает постоянный и переменный ток различной частоты на исход поражения.
5. Какие «петли тока» наиболее опасны для человека?
6. Почему двухфазное прикосновение представляет наибольшую опасность, чем однофазное?
7. От каких факторов зависит сопротивление тела человека?
8. Почему время прохождения тока влияет на опасность поражения?

9. Какие факторы окружающей среды влияют на электробезопасность?
10. Как классифицируются помещения в отношении опасности поражения человека электрическим током?

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРЫ ЗАЩИТЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

Токоведущие части электроустановки не должны быть доступны для случайного прикосновения, а доступные прикосновению открытые и сторонние проводящие части не должны находиться под напряжением, представляющим опасность поражения электрическим током, как в нормальном режиме работы электроустановки, так и при повреждении изоляции.

Для обеспечения безопасной эксплуатации электроустановок применяются различные способы защиты. Выполняют защиту от прямого прикосновения — защиту для предотвращения прикосновения к токоведущим частям (находящимся под напряжением) и защиту при косвенном прикосновении — защиту от поражения электрическим током при прикосновении к открытым токоведущим частям, оказавшимся под напряжением при повреждении изоляции.

Для защиты от прямого прикосновения применяют следующие меры:

- основная изоляция токоведущих частей;
- ограждения и оболочки;
- установка барьеров;
- размещение вне зоны досягаемости;
- применение сверхнизкого (малого) напряжения.

Дополнительную защиту от прямого прикосновения в электроустановках напряжением до 1 кВ при необходимости обеспечивают с помощью дифференциальных УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА.

Защиту от косвенного прикосновения обеспечивают с помощью:

- защитного заземления;
- автоматического отключения питания;

- уравнивания потенциалов;

- выравнивания потенциалов;

- двойной или усиленной изоляции;

- сверхнизкого (малого) напряжения;

- защитного электрического разделения цепей;

- изолирующих (непроводящих) помещений, зон, площадок.

Основная (рабочая) изоляция токоведущих частей – изоляция токоведущих частей, обеспечивающая в том числе защиту от прямого прикосновения.

Основная изоляция токоведущих частей должна покрывать токоведущие части и выдерживать все возможные воздействия, которым она может подвергаться в процессе ее эксплуатации. Удаление изоляции должно быть возможно только путем ее разрушения. Лакокрасочные покрытия не являются изоляцией, защищающей от поражения электрическим током, за исключением случаев, специально оговоренных техническими условиями на конкретные изделия. При выполнении изоляции во время монтажа она должна быть испытана в соответствии с нормами приёмосдаточных испытаний, приведённых в ПУЭ гл. 1.8 и ПТЭЭП прил. 3.

В случаях, когда основная изоляция обеспечивается воздушным промежутком, защита от прямого прикосновения к токоведущим частям или приближения к ним на опасное расстояние, в том числе в электроустановках напряжением выше 1 кВ, должна быть выполнена посредством оболочек, ограждений, барьеров или размещением вне зоны досягаемости.

Дополнительная изоляция – независимая изоляция в электроустановках до 1 кВ, выполняемая дополнительно к основной изоляции для защиты при косвенном прикосновении.

Двойная изоляция - изоляция в электроустановках до 1 кВ, состоящая из основной и дополнительной изоляции

Усиленная изоляция - изоляция в электроустановках до 1 кВ, обеспечивающая степень защиты от поражения электрическим током, равноценную двойной изоляции.

Состояние изоляции определяет степень безопасности эксплуатации электроустановок. С целью обнаружения дефектов и повреждений изоляции, а так же предупреждения замыканий на землю необходимо проводить контроль изоляции (измерение активного сопротивления) и испытания повышенным напряжением. Сопротивление изоляции измеряют мегаоммметром. [1, 4]

Ограждения и оболочки в электроустановках напряжением до 1 кВ должны иметь степень защиты не менее IP 2X (защита от проникновения предметов >12 мм (например, нажатие пальцем)) [10], за исключением случаев, когда большие зазоры необходимы для нормальной работы электрооборудования.

Ограждения и оболочки должны быть надежно закреплены и иметь достаточную механическую прочность.

Применяются сплошные и сетчатые ограждения. Сплошные ограждения - кожухи в электрических установках до 1000 В. Сетчатые ограждения применяются в установках напряжения до 1000 В и выше 1000 В. По типу исполнения ограждения бывают: стационарные и переносные. Переносные ограждения выполняют из изоляционного материала (сухое дерево), стационарные – из металлической сетки.

Вход за ограждение или вскрытие оболочки должны быть возможны только при помощи специального ключа или инструмента либо после снятия напряжения с токоведущих частей. При невозможности соблюдения этих условий должны быть установлены промежуточные ограждения со степенью защиты не менее IP 2X, удаление которых также должно быть возможно только при помощи специального ключа или инструмента.

Барьеры предназначены для защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям в электроустановках напряжением до 1 кВ или приближения к ним на опасное расстояние в электроустановках напряжением выше 1 кВ, но не исключают преднамеренного прикосновения и приближения к токоведущим частям при обходе барьера. Для удаления барьеров не требуется применения ключа или инструмента, однако они должны быть закреплены так, чтобы их нельзя было снять непреднамеренно. Барьеры должны быть из изолирующего материала

Размещение вне зоны досягаемости для защиты от прямого прикосновения к токоведущим частям в электроустановках напряжением до 1 кВ или приближения к ним на опасное расстояние в электроустановках напряжением выше 1 кВ может быть применено при невозможности установки ограждений и барьеров. При этом расстояние между доступными одновременному прикосновению проводящими частями в электроустановках напряжением до 1 кВ должно быть не менее 2,5 м. Внутри зоны досягаемости не должно быть частей, имеющих разные потенциалы и доступных одновременному прикосновению.

Установка барьеров и размещение вне зоны досягаемости допускается только в помещениях, доступных квалифицированному персоналу.

Сверхнизкое (малое) напряжение (СНН) – напряжение, не превышающее 50 В переменного и 120 В постоянного тока.

Уравнивание потенциалов – электрическое соединение проводящих частей для достижения равенства их потенциалов.

Защитное уравнивание потенциалов, выполняется в целях электробезопасности.

Выравнивание потенциалов – снижение разности потенциалов (шагового напряжения) на поверхности земли или пола при помощи защитных проводников, проложенных в земле, в полу или на их поверхности и при-

соединённых к заземляющему устройству, или путём применения специальных покрытий.

Разделительный трансформатор – трансформатор, первичная обмотка которого отделена от вторичных обмоток при помощи защитного электрического разделения цепей.

Защитное электрическое разделение цепей – отделение одной электрической цепи от других цепей в электроустановках напряжением до 1 кВ с помощью:

- двойной изоляции;
- основной изоляции и защитного экрана;
- усиленной изоляции.

Заземление – преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством..

Заземление применяется преимущественно для двух основных целей:

1) Для обеспечения надлежащей работы электроустановки в нормальном или аварийном режимах предназначено рабочее заземление. Рабочее (функциональное) заземление – преднамеренное соединение с землей точки или точек токоведущих частей электроустановки.

2) В целях электробезопасности, защиты человека и электроустановок от внешних воздействий.

При выполнении защитного заземления связь подлежащих заземлению частей электроустановки с землей осуществляется с помощью заземляющего устройства, которое служит для отвода тока в землю.

Заземляющее устройство - совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

Заземляющий проводник - проводник, соединяющий заземляемую часть с заземлителем.

Заземлитель - проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду.

Заземлители разделяются на искусственные, сооруженные только для целей заземления, и естественные, предназначенные для других целей, но являющиеся одновременно заземлителями (железобетонные фундаменты, металлические трубы водопровода, проложенные в земле и др.). Категорически запрещается использовать как естественный заземлитель трубопроводы с взрывоопасными и горючими жидкостями и газами.

Каждый элемент установки, подлежащий заземлению, должен быть присоединен к заземлителю посредством отдельного заземляющего проводника. Последовательное соединение заземляющими проводниками нескольких элементов установки не допускается.

Присоединение заземляющих проводников к заземлителю и заземляемым конструкциям должно быть выполнено сваркой, а к корпусам аппаратов, машин и опорам воздушных линий электропередачи —болтовым соединением.

Заземляющие проводники должны быть предохранены от коррозии. Открыто проложенные заземляющие проводники должны иметь черную окраску, их выполняют из медных, алюминиевых и стальных проводников различной конструкции

В сухих помещениях заземляющие проводники разрешается прокладывать на стенах, так, чтобы они были доступны для осмотра, но надежно защищены от механических повреждений. Во влажных помещениях и помещениях с едкими парами, их прокладывают на расстоянии от стен не менее 10 мм на изоляторах.

Присоединение заземляющих проводников к заземлителю и заземляющим конструкциям должно быть выполнено сваркой, а к главному заземляющему зажиму, корпусам аппаратов, машин и опорам ВЛ - болтовым соединением (для обеспечения возможности производства измерений).

Действие защитного заземления заключается в том, что оно снижает напряжение между корпусом электроустановки, оказавшимся под напряжением, и землей до безопасного значения.

Защитное заземление применяется в трехфазных сетях напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью, в сетях напряжением выше 1000 В с любым режимом нейтрали.

В электроустановках напряжением до 1 кВ с заземленной нейтралью защитное заземление не обеспечивает защиты людей от поражения электрическим током. В этом случае при коротком замыкании фазы на корпус ток замыкания на землю может оказаться недостаточным для срабатывания защиты (например, предохранителя) и человек, прикоснувшись к поврежденному корпусу, окажется под напряжением. Оно будет тем больше, чем больше сопротивление заземляющего устройства. Следовательно, величину сопротивление необходимо уменьшать, что потребует громоздкого и дорогого заземляющего устройства.

Поэтому в четырехпроводных сетях с глухозаземленной нейтралью и нулевым проводом применяют зануление.

Зануление – преднамеренное соединение открытых проводящих частей с глухозаземлённой нейтралью в сетях трёхфазного тока, с глухозаземлённым выводом источника однофазного тока, с заземлённой точкой источника в сетях постоянного тока, выполняемой в целях электробезопасности.

Задача зануления та же что и защитного заземления. Зануление применяется в электроустановках напряжением до 1 кВ.

Принцип зануления – превращения пробоя на корпус в однофазное короткое замыкание (т.е. замыкание между фазой и нулевым проводом) с целью вызвать большой ток короткого замыкания, способный обеспечить срабатывание токовой защиты, т.е. быстро автоматически отключить поврежденную установку от питающей сети. Такой защитой являются: плавкие предохранители, автоматы.

Частным случаем зануления является защитное отключение, которое может применяться в любых сетях независимо от принятого режима нейтрали, величины напряжения и наличия в них нулевого провода.

Защитное отключение — это система защиты, автоматически отключающая электроустановку при возникновении опасности поражения человека электрическим током (при замыкании на землю, снижении сопротивления изоляции, неисправности заземления или зануления). Защитное отключение применяется в том случае, когда трудно выполнить заземление или зануление, а также в дополнение к ним в некоторых случаях.

Для автоматического отключения питания могут быть применены защитно-коммутационные аппараты, реагирующие на сверхтоки (автоматические выключатели) и на дифференциальный ток (устройства защитного отключения (УЗО))

Автоматический выключатель (рисунок 6) контролирует силу тока в цепи. Его задача – не допустить возникновения, так называемых, сверхтоков, сила которых превышает значение, максимально допустимое для данной проводки.

Рисунок 6 - Автоматический выключатель двухполюсный

На практике такая ситуация может произойти при подключении слишком высокой нагрузки (большого количества

мощных электроприборов) или вследствие короткого замыкания (соприкосновения фазового и нулевого проводов – в большинстве случаев это происходит из-за нарушения изоляции).

Сила тока в контролируемой автоматом цепи увеличивается, и, когда она доходит до критического значения, устройство мгновенно обесточивает проблемный участок сети.

Устройство защитного отключения (УЗО) контролирует наличие тока утечки (называемого также разностным или дифференциальным) в подающем (фазовом) и обратном (нулевом рабочем) проводниках, которые идут, соответственно, к электроприбору и от него. При нормальных условиях сила тока в них будет примерно одинаковой. Замыкание одного из проводов на корпус прибора или тело человека вызывает нарушение этого баланса, то есть сила тока в фазовом проводе значительно отличается от таковой в нулевом проводнике. Зафиксировав эту разницу, УЗО приводит в действие механизм расцепителя и прекращает подачу напряжения на аварийный участок сети. В данном случае порог срабатывания устройства – это значение силы дифференциального тока, при котором происходит отключение электроэнергии. Проще говоря, это максимально допустимая разница между силой тока в фазовом и нулевом рабочем проводах. Так, например, аппарат, рассчитанный на 30 мА, сработает именно при таком значении возникшего тока утечки.

Рисунок 7 – Устройство защитного отключения

УЗО должно находиться под защитой автоматического выключателя, поскольку последний не допустит воздействия токов большой силы (токов короткого замыкания) на силовые контакты УЗО, сохраняя тем самым его

работоспособность. Поэтому УЗО всегда устанавливается строго после автоматического выключателя.

Вопросы для самостоятельной проработки:

1. Перечислите меры защиты от поражения электрическим током при прямом прикосновении.
2. Перечислите меры защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении?
3. С какой целью выполняется дополнительная изоляция?
4. В чём различие между двойной и усиленной изоляцией?
5. Что означает размещение вне зоны досягаемости?
6. С какой целью выполняют заземление электроустановок?
7. Какой принцип действия зануления?
8. В чём отличие защитного заземления и зануления?
9. В чём различие между автоматическими выключателями и устройствами защитного отключения?
10. Что такое дифференциальный ток?

3. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

3.1. Общая характеристика средств защиты

Средство защиты предназначено для предотвращения или уменьшения воздействия на работающего опасных и вредных производственных факторов. Средства защиты бывают индивидуальные и коллективные.

Средства коллективной защиты, конструктивно и функционально связанны с производственным процессом, производственным оборудованием, помещением, зданием, сооружением.

Средства индивидуальной защиты используются одним человеком.

Электрозащитное средство – средство защиты от поражения электрическим током, предназначенное для обеспечения электробезопасности. Изолирующие электрозащитные средства делятся на основные и дополнительные (таблица 1).

Основное изолирующее электрозащитное средство – изолирующее электрозащитное средство, изоляция которого длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановки и которое позволяет работать на токоведущих частях, находящихся под напряжением. Т.е. основными средствами защиты персонал при выполнении работ прикасается непосредственно к токоведущим частям в электроустановках, находящихся под напряжением.

Дополнительное изолирующее электрозащитное средство – изолирующее электрозащитное средство, которое само по себе не может при данном напряжении обеспечить защиту от поражения электрическим током, но дополняет основное средство защиты, а также служит для защиты от напряжения прикосновения и напряжения шага.

Таблица 1 - Изолирующие электрозащитные средства.

ЭУ напряжением до 1000 В	ЭУ напряжением свыше 1000 В
Основные электрозащитные средства	
– изолирующие штанги всех видов; – изолирующие клещи; – указатели напряжения; – электроизмерительные клещи; – диэлектрические перчатки; – ручной изолирующий инструмент.	– изолирующие штанги всех видов; – изолирующие клещи; – указатели напряжения; – устройства и приспособления для обеспечения безопасности работ при измерениях и испытаниях в электроустановках (указатели напряжения для проверки совпадения фаз, клещи электроизмерительные, устройства для прокола кабеля и т.п.); – специальные средства защиты, устройства и приспособления изолирующие для работ под напряжением в электроустановках напряжением 110 кВ и выше (кроме штанг для переноса и выравнивания потенциала).
Дополнительные электрозащитные средства	
– диэлектрические галоши; – диэлектрические ковры и изолирующие подставки; – изолирующие колпаки, покрытия и накладки; – лестницы приставные, стремянки изолирующие стеклопластиковые.	– диэлектрические перчатки и боты; – диэлектрические ковры и изолирующие подставки; – изолирующие колпаки и накладки; – штанги для переноса и выравнивания потенциала; – лестницы приставные, стремянки изолирующие стеклопластиковые.

Дополнительные электрозащитные средства сами по себе не обеспечивают защиту от электрического тока и применяются только совместно с основными средствами, чтобы усилить защитное действие. Дополнительными изолирующими средствами не допускается прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением. При использовании основных изолирующих средств достаточно применения одного дополнительного. В электроустановках свыше 1000 В дополнительные средства защиты от поражения электрическим током применяются обязательно без исключения.

Кроме перечисленных средств защиты в электроустановках применяются средства индивидуальной защиты:

– средства защиты головы (каски защитные, которые предназначены для: для защиты головы работающего от механических повреждений, от воды и агрессивных жидкостей, от поражения электрическим током при случайном касании токоведущих частей, находящихся под напряжением до 1000 В);

– средства защиты глаз и лица (очки и щитки защитные);

– средства защиты органов дыхания (противогазы и респираторы);

– средства защиты рук (рукавицы);

– средства защиты от падения с высоты (пояса предохранительные и канаты страховочные);

– одежда специальная защитная (комплекты для защиты от электрической дуги).

3.2. Правила хранения и использования средств защиты

Средства защиты необходимо хранить в закрытых помещениях. Они должны быть защищены от механических повреждений, загрязнения и увлажнения.

Средства защиты размещают в специально оборудованных местах, как правило, у входа в помещение или на щитах управления, которые должны быть оборудованы крючками или кронштейнами для штанг, изолирующих клещей, переносных заземлений, плакатов безопасности. В местах хранения должны иметься перечни средств защиты.

Средства защиты из резины и полимерных материалов, находящиеся в эксплуатации (диэлектрические перчатки, боты), следует хранить в шкафах, стеллажах, полках отдельно от инструмента и других средств защиты.

Они должны быть защищены от воздействия кислот, щелочей, масел, бензина и других разрушающих веществ, а также от прямого действия солнечных лучей и теплового воздействия нагревательных приборов

Средства защиты органов дыхания следует хранить в сухих помещениях в специальных сумках.

Все находящиеся в эксплуатации средства защиты должны быть пронумерованы (за исключением касок, ковров, подставок, плакатов). Нумерация устанавливается отдельно для каждого вида средства защиты с учетом принятой системы организации эксплуатации и местных условий. Допускается использование заводских номеров.

Инвентарный номер наносят непосредственно на средство защиты краской или выбивают на металлических деталях. Возможно нанесение на прикрепленную к средству защиты бирку.

В организациях необходимо вести журналы учета и содержания средств защиты.

Средства защиты, выданные в индивидуальное пользование, также должны быть зарегистрированы в журнале.

При обнаружении непригодности средств защиты они подлежат изъятию. Об изъятии непригодных средств защиты должна быть сделана запись в журнале учета и содержания средств защиты или в оперативной документации.

Перед каждым применением средства защиты персонал обязан проверить его исправность, отсутствие внешних повреждений и загрязнений, а также проверить по штампу срок годности. Не допускается использование средств защиты с истекшим сроком годности.

Диэлектрические перчатки перед применением необходимо проверить на наличие проколов путём скручивания. Не допускается подвертывать края. Допускается надевать сверху брезентовые перчатки или рукави-

цы. Диэлектрические перчатки необходимо подвергать электрическим испытаниям 1 раз в 6 месяцев при напряжении 6 кВ в течение 1 минуты, при этом ток утечки не должен превышать 6 мА.

Диэлектрические боты (галоши) должны отличаться по цвету от остальной резиновой обуви. Перед применением необходимо осмотреть на предмет обнаружения дефектов (отслоения деталей или подкладки, посторонние твердые включения). Электрические испытания диэлектрических бот проводят 1 раз в 3 года, напряжение 15 кВ в течении 1 минуты. Диэлектрические галоши испытывают 1 раз в год при напряжении 3,5 кВ.

Диэлектрические ковры и подставки электрическим испытаниям не подвергают. Их осматривают не реже 1 раза в 6 месяцев, а также непосредственно перед применением. При обнаружении механических дефектов ковры изымают из эксплуатации и заменяют новыми, а подставки направляют в ремонт.

Изолирующие электрозащитные средства рассчитаны на применение в закрытых электроустановках, а в открытых электроустановках - только в сухую погоду. В изморось и при осадках пользоваться ими не допускается.

На открытом воздухе в сырую погоду могут применяться только средства защиты специальной конструкции, предназначенные для работы в таких условиях. Такие средства защиты изготавливаются, испытываются и используются в соответствии с техническими условиями и инструкциями.

При использовании электрозащитных средств не допускается прикасаться к их рабочей части, а также к изолирующей части за ограничительным кольцом или упором.

Наличие и состояние электрозащитных средств проверяется периодическим осмотром не реже 1 раза в 6 месяцев, для переносных заземлений - не реже 1 раза в 3 мес. О результатах осмотра должна быть сделана запись в журнале учета и содержания средств защиты.

Электрозащитные средства, а также предохранительные монтерские пояса и страховочные канаты, полученные для эксплуатации от заводов-изготовителей или со складов, должны быть проверены по нормам эксплуатационных испытаний.

Не подвергаются эксплуатационным испытаниям изолирующие подставки, диэлектрические ковры, переносные заземления, защитные ограждения, плакаты и знаки безопасности, а также монтерские пояса и страховочные канаты.

На выдержавшие испытания средства защиты, применение которых зависит от напряжения электроустановки, ставится штамп следующей формы:

№_____

Годен до _____кВ

Дата следующего испытания «___»_____20___г.

_____

(наименование лаборатории)

Штамп должен быть отчетливо виден, он должен наноситься несмываемой краской или наклеиваться на изолирующие части около ограничительного кольца изолирующих ЭЗС и устройств для работы под напряжением.

На средства защиты, применение которых не зависит от напряжения электроустановки (диэлектрические перчатки, галоши, боты и т.п.), ставится штамп следующей формы:

№_____

Дата следующего испытания «___»_____20___г.

_____

(наименование лаборатории)

На средствах защиты, не выдержавших испытания, штамп должен быть перечеркнут красной краской.

Результаты эксплуатационных испытаний средств защиты регистрируются в журнале учёта.

На средства защиты, принадлежащие сторонним организациям должны оформляться протоколы испытаний.

3.3. Плакаты и знаки безопасности

Плакаты и знаки безопасности служат для предупреждения об опасности поражения электрическим током, для запрещения действий с коммутационной аппаратурой, для указания места работы, для разрешения определенных действий только при выполнении конкретных требований безопасности труда и т.д.

По характеру применения плакаты могут быть постоянными и переносными, а знаки – постоянными.

Плакаты по электробезопасности делятся на: запрещающие, предупреждающие, предписывающие и указательные (таблица 2).

Запрещающие знаки и плакаты служат для запрещения действия с коммутационными аппаратами, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на место работ.

Предупреждающие плакаты служат для предупреждения об опасности приближения к токоведущим частям.

Предписывающие плакаты служат для указания работающему персоналу места, подготовленного к работе, или безопасного доступа к нему.

Плакаты и знаки рекомендуется изготовлять из электроизоляционных материалов (текстолита, гетинакса, полистирола и др.). Для открытых электроустановок допускается применение плакатов из металла.

Таблица 2 – Основные плакаты и знаки электробезопасности

Плакат, знак	Назначение
1. Запрещающие	
	Плакат используется электроустановках до и выше 1000 В. Служит для запрещения подачи напряжения на рабочее место. Вывешивается на приводах разъединителей и выключателей нагрузки, на ключах и кнопках дистанционного управления, на коммутационной аппаратуре до 1000 В (автоматах, рубильниках, выключателях), при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на рабочее место. На присоединениях напряжением до 1000 В, не имеющих в схеме коммутационных аппаратов, плакат вывешивают у снятых предохранителей.
	Плакат служит для запрещения подачи напряжения на линию, на которой работают люди. Вывешивается на приводах, ключах и кнопках управления тех коммутационных аппаратов, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на воздушную или кабельную линию, на которой работают люди.
	Плакат служит для запрещения подачи сжатого воздуха или газа. Применяется в электроустановках электростанций и подстанций. Вывешивается на вентилях и задвижках: воздуховодов к воздухосборникам и пневматическим приводам выключателей и разъединителей, при ошибочном открытии которых может быть подан сжатый воздух на работающих людей или приведен в действие выключатель или разъединитель, на котором работают люди; водородных, углекислотных и прочих трубопроводов, при ошибочном открытии которых может возникнуть опасность для работающих людей.
2. Предупреждающие	
	Плакат служит для предупреждения об опасности поражения электрическим током. Применяется в электроустановках электростанций и подстанций напряжением до и выше 1000 В. В ЗРУ его вывешивают на временных ограждениях токоведущих частей, находящихся под рабочим напряжением (если снято постоянное ограждение); на временных ограждениях проходов, куда нельзя заходить; на постоянных ограждениях камер, соседних с рабочим местом. В ОРУ плакаты вывешивают при работах, выполняемых с земли, на канатах и шнурах, ограждающих рабочее место; на конструкциях, вблизи рабочего места на пути к ближайшим токоведущим частям, находящимся под напряжением.

	Плакат служит для предупреждения об опасности подъема по конструкциям, при котором возможно приближение к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Вывешивают в РУ на конструкциях, соседних с предназначенной для подъема персонала к рабочему месту, расположенному на высоте.
	Плакат служит для предупреждения об опасности поражения электрическим током при проведении испытаний повышенным напряжением. Его вывешивают надписью наружу на оборудовании и ограждениях токоведущих частей при подготовке рабочего места для проведения испытаний повышенным напряжением.
	Знак «Осторожно! Электрическое напряжение» укрепляется постоянно в электроустановках напряжением до и выше 1000 В электростанций и подстанций, на опорах ВЛ напряжением выше 1000 В (знак с желтым фоном) или на железобетонных опорах ВЛ (знак с фоном в виде поверхности бетона). В электроустановках электростанций и подстанций знак укрепляется на внешней стороне входных дверей РУ за исключением дверей КРУ и КТП, расположенных в этих устройствах; наружных дверей камер выключателей и трансформаторов; ограждений токоведущих частей, расположенных в производственных помещениях; дверей щитов и сборок напряжением до 1000 В.
3. Предписывающие	
	Плакат служит для указания рабочего места. Применяется в электроустановках электростанций и подстанций. Вывешивается на рабочем месте. В ОРУ при наличии ограждений рабочего места вывешивается в месте прохода за ограждение.
	Плакат служит для указания безопасного пути подъема к рабочему месту, расположенному на высоте. Вывешивается на конструкциях или стационарных лестницах, по которым разрешен подъем к расположенному на высоте рабочему месту.
4. Указательные	
	Плакат указывает на недопустимость подачи напряжения на заземленный участок электроустановки. Вывешивается в электроустановках электростанций и подстанций на приводы разъединителей, отделителей и выключателей нагрузки, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на заземленный участок электроустановки, а также на ключах и кнопках дистанционного управления ими.

Вопросы для самостоятельной проработки:

1. Какие средства защиты относятся к электрозащитным?
2. Перечислите основные и дополнительные электрозащитные средства в электроустановках до 1000 В?
3. Перечислите основные и дополнительные электрозащитные средства в электроустановках свыше 1000 В?
4. Чем отличаются дополнительные электрозащитные средства от основных?
5. Какие средства защиты относятся к индивидуальным?
6. Какие требования предъявляются к содержанию и хранению средств защиты.
7. Какой порядок использования средств защиты?
8. Как определяется пригодность к эксплуатации диэлектрических перчаток?
9. Для каких целей предназначены переносные заземления и каковы правила эксплуатации переносных заземлений?
10. Назовите категории плакатов по электробезопасности и их назначение.

4. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Электроустановка - это совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями) для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования в другие виды энергии.

Действующая электроустановка - электроустановка или ее часть, которая находится под напряжением, либо на которую напряжение может быть подано включением коммутационных аппаратов.

Согласно Правил устройства электроустановок (ПУЭ) все электроустановки по напряжению разделяют на две группы: установки напряжением до 1000 В, включительно и свыше 1000 В.

Приемник электрической энергии (электроприемник) - аппарат, агрегат или иное устройство, предназначенное для преобразования электрической энергии в другой вид энергии.

Потребитель электрической энергии - электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом и размещающихся на определенной территории.

В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники разделяются на три категории:

Электроприемники I категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, повреждение дорогостоящего основного оборудования; массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства.

Из состава электроприемников первой категории выделяется *особая группа* электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для

безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров.

Электроприемники I категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.

Независимые источники питания – источники, схема и конструктивное исполнение которых и питающих их электрических сетей таковы, что при отказе одного из них снижение качества электроэнергии на другом не превышает установленных пределов в любой момент времени, включая время аварийного режима.

Электроприемники II категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

Электроприемники II категории в нормальном режиме должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых, взаимно резервирующих источников питания. Перерыв электроснабжения электроприемников II категории допускается на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала.

Электроприемники III категории – все остальные электроприемники, не подпадающие под определения I и II категорий.

Для электроприемники III категории электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 сутки.

Применяемые в электроустановках электрооборудование, электротехнические изделия и материалы должны соответствовать требованиям государственных стандартов или технических условий, утвержденных в установленном порядке.

Для цветового и цифрового обозначения отдельных изолированных или неизолированных проводников должны быть использованы цвета и цифры в соответствии с ГОСТ Р 50462-92 [8].

Проводники защитного заземления во всех электроустановках, а также нулевые защитные проводники в электроустановках напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью, в т.ч. шины, должны иметь буквенное обозначение *PE* и цветовое обозначение чередующимися продольными или поперечными полосами одинаковой ширины желтого и зеленого цветов, обозначаются значком .

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

Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники должны иметь: буквенное обозначение PEN; цветовое обозначение: голубой цвет по всей длине и желто-зеленые полосы на концах, и помечаться значком .

Буквенно-цифровые и цветовые обозначения одноименных шин в каждой электроустановке должны быть одинаковыми.

1) *при переменном трехфазном токе:* шины фазы А - желтым, фазы В - зеленым, фазы С - красным цветами;

2) *при переменном однофазном токе* шина В, присоединенная к концу обмотки источника питания, - красным цветом, шина А, присоединенная к началу обмотки источника питания, - желтым цветом.

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

3) *при постоянном токе:* положительная шина (+) - красным цветом, отрицательная (-) -синим и нулевая рабочая М - голубым цветом.

Цветовое обозначение должно быть выполнено по всей длине шин, если оно предусмотрено также для более интенсивного охлаждения или антикоррозионной защиты.

Допускается выполнять цветовое обозначение не по всей длине шин, только цветовое или только буквенно-цифровое обозначение либо цветовое в сочетании с буквенно-цифровым в местах присоединения шин. Если неизолированные шины недоступны для осмотра в период, когда они находятся под напряжением, то допускается их не обозначать. При этом не должен снижаться уровень безопасности и наглядности при обслуживании электроустановки.

Электроустановки в отношении мер электробезопасности разделяются на:

– электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с глухозаземленной или эффективно заземленной нейтралью;

– электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор или резистор нейтралью;

– электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью;

– электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью.

Нейтраль - общая точка соединенных в звезду обмоток (элементов) оборудования.

Электрической сетью с эффективно заземленной нейтралью называется трехфазная электрическая сеть выше 1 кВ, в которой коэффициент замыкания на землю не превышает 1,4.

Коэффициент замыкания на землю в трехфазной электрической сети – это отношение разности потенциалов между неповрежденной фазой и землей в точке замыкания на землю другой или двух других фаз к разности потенциалов между фазой и землей в этой точке до замыкания.

В России сети с эффективно-заземлённой нейтралью – это сети напряжением 110 кВ и выше. Поскольку в таких электрических сетях токи замыкания на землю повышаются, то применяются эффективно-заземленные нейтрали, то есть нейтрали, заземленные через токоограничивающее сопротивление, которое снижает силу тока до нужного уровня.

Глухозаземленная нейтраль - нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная непосредственно к заземляющему устройству.

Изолированная нейтраль – нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через большое сопротивление приборов сигнализации, измерения, защиты и других аналогичных им устройств.

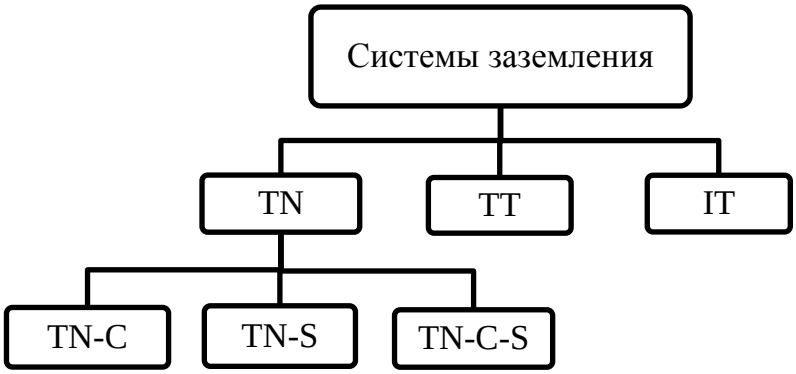
Проводящая часть — часть, которая может проводить электрический ток.

Токоведущая часть — проводящая часть электроустановки, находящаяся в процессе ее работы под рабочим напряжением, в том числе нулевой рабочий проводник (но не PEN-проводник).

Открытая проводящая часть — доступная прикосновению проводящая часть электроустановки, нормально не находящаяся под напряжением, но которая может оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции.

Сторонняя проводящая часть — проводящая часть, не являющаяся частью электроустановки.

Для ЭУ напряжением до 1 кВ приняты следующие обозначения:



В названиях систем приняты следующие буквенные обозначения:

– первая буква – состояние нейтрали источника питания относительно земли:

T (terre — земля) — заземленная нейтраль;

I (isole) — изолированная нейтраль;

Вторая буква – состояние открытых проводящих частей относительно земли:

T - открытые проводящие части заземлены, независимо от отношения к земле нейтрали источника питания или какой-либо точки питающей сети;

N - открытые проводящие части присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания.

N (neuter — нейтраль) — присоединено к нейтрали источника (занулено);

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

S (separated - раздельный) – нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники разделены;

C (combined - объединённый) – функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (PEN-проводник);

Система TN – система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к глухозаземленной нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников.

Электроустановки напряжением до 1 кВ жилых, общественных и промышленных зданий и наружных установок должны, как правило, получать питание от источника с глухозаземленной нейтралью с применением системы TN. Для защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении в таких электроустановках должно быть выполнено автоматическое отключение питания.

Подсистема TN-C – система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении (рисунок 8).

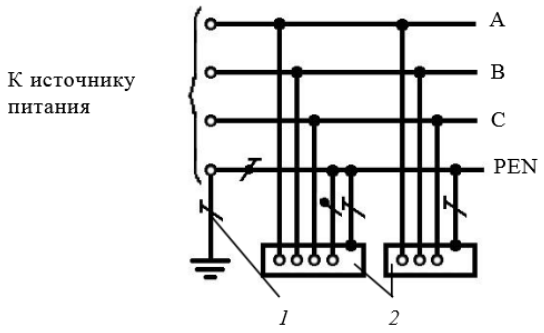


Рисунок 8 – Система TN-C переменного тока при однофазном и трёхфазном электроприемниках (1 — заземлитель нейтрали (средней точки) источника питания; 2 — открытые проводящие части).

Заземление в такой системе выполнено следующим образом: контур заземления (заземляющее устройство) выполнен на трансформаторной подстанции. Нулевой проводник соединен с контуром заземления и приходит к потребителю одним проводом (PEN) в качестве защитного и рабочего проводника.

Электропроводка в таком случае выполняется кабелями с двумя жилами (фаза, PEN) при однофазном питании приёмника или с четырьмя жилами (A, B, C, PEN) при трехфазном питании.

Система заземления TN-C используется в старом жилом фонде. В новых постройках устанавливать систему TN-C строго запрещено.

Достоинства: наиболее распространенная подсистема, экономичная и простая.

Недостатки: у такой системы нет отдельного защитного проводника (PE). Это означает, что в зданиях в розетках отсутствует защитное заземление, поэтому существует угроза поражения людей электрическим током. Нередко при такой системе делается зануление. При системе TN-C недопустимо уравнивание потенциалов в ванной комнате.

Подсистема TN-S – система TN, в которой нулевой защитный PE и нулевой рабочий N проводники разделены на всем ее протяжении (рисунок 9).

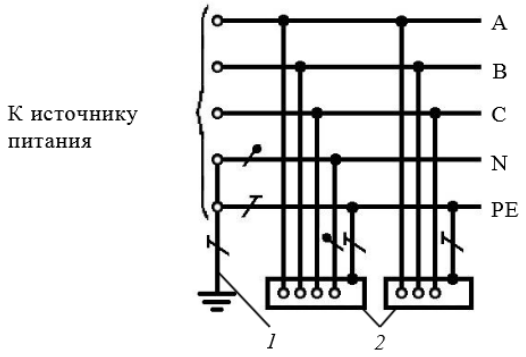


Рисунок 9 – Система TN-S переменного тока при однофазном и трёхфазном электроприемниках.

Достоинства: современная, безопасная, способствует хорошей защите человека, оборудования, а так же защиты зданий.

Недостатки: требует прокладки от трансформаторной подстанции пятижильного провода в трехфазной сети или трехжильного кабеля в однофазной сети, что ведет к удорожанию проекта.

Подсистема TN-C-S – система TN, в которой функции нулевого защитного PE и нулевого рабочего N проводников совмещены в одном проводнике в какой-то ее части, начиная от источника питания (рисунок 10).

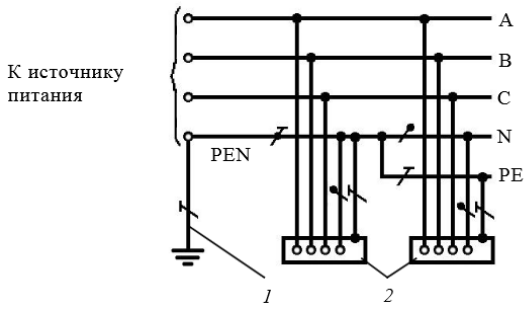


Рисунок 10 – Система TN-C-S переменного тока при однофазном и трёхфазном электроприемниках.

Достоинства: простота конструкции, при переходе с подсистемы TN-C требует несложной модернизации.

Недостатки: нуждается в модернизации стояков в подъездах; при обрыве PEN проводника электроприборы могут оказаться под опасным потенциалом.

Система IT - система, в которой нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части электроустановки заземлены (рисунок 11).

Питание электроустановок напряжением до 1 кВ переменного тока от источника с изолированной нейтралью с применением системы IT следует выполнять, как правило, при недопустимости перерыва питания во время первого замыкания на землю или на открытые проводящие части,

связанные с системой уравнивания потенциалов. В таких электроустановках для защиты при косвенном прикосновении при первом замыкании на землю должно быть выполнено защитное заземление в сочетании с контролем изоляции сети или применены УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА. При двойном замыкании на землю должно быть выполнено автоматическое отключение питания.

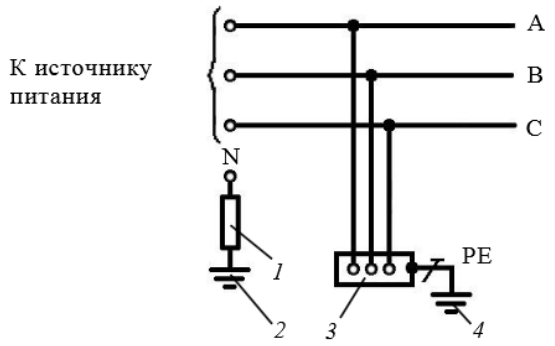


Рисунок 11 – Система IT переменного тока при однофазном и трёхфазном электроприемниках (1 — сопротивление заземления нейтрали источника питания; 2 — заземлитель; 3 — открытые проводящие части; 4 — заземляющее устройство электроустановки)

Система IT применяется для заземления лабораторий и медицинских учреждений, в которой проводятся опыты и работы с чувствительной аппаратурой. А все токи и электромагнитные поля сведены к минимуму.

Система TT - система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземленной нейтрали источника (рисунок 12).

Эта система используется для мобильных зданий, таких как вагончики, ларьки, павильоны, дома и др. Допускается только в тех случаях, когда условия электробезопасности в системе TN не могут быть обеспечены.

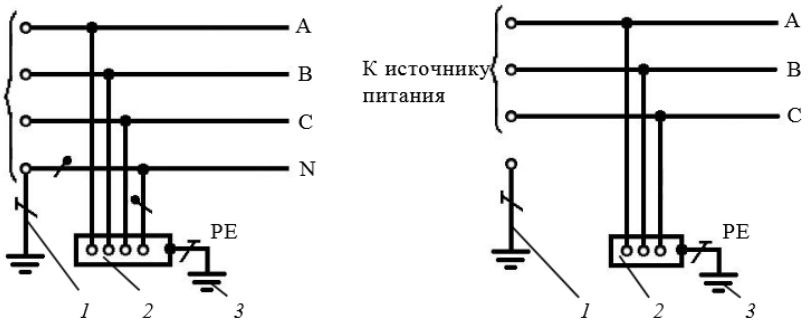


Рисунок 12– Система ТТ переменного тока при однофазном и трёхфазном электроприемниках (1 — заземлитель нейтрали источника переменного тока; 2 — открытые проводящие части; 3 — заземлитель открытых проводящих частей электроустановки;)

Такая система требует высококачественного повторного заземления, с высокими требованиями к сопротивлению. Самым эффективным заземлением в этом случае, является модульно-штыревое заземление.

Во всех перечисленных системах рекомендуется для безопасности применять УЗО.

Вопросы для самостоятельной проработки:

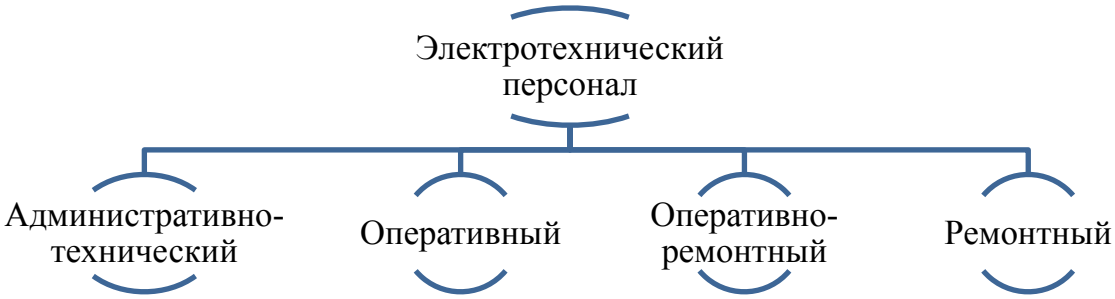
1. На какие категории подразделяются электроприёмники в отношении обеспечения надёжности электроснабжения?
2. Как разделяются электроустановки в отношении мер электробезопасности?
3. Какое цветовое и буквенное обозначение нулевых рабочих и нулевых защитных проводников?
4. Что понимается под глухозаземленной и изолированной нейтралью?
5. Что не допускается использовать в качестве PE-проводников?
6. В каких случаях допускается совмещение защитного (PE) и нулевого рабочего (N) проводников в одном проводнике (PEN-проводник) в системе TN?
7. Приведите типы систем заземления в электроустановках до 1000 В.

8. Какие защиты должны применяться в системах TN-C, TN –S, TN-C-S, TT, IT для обеспечения электробезопасности?
9. Объясните назначение, принцип действия и область применения защитного заземления (со схемами).

5. ТРЕБОВАНИЯ К РАБОТНИКАМ, ДОПУСКАЕМЫМ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

5.1. Общая характеристика персонала

Эксплуатацию электроустановок Потребителей должен осуществлять подготовленный электротехнический персонал.



Административно-технический персонал - руководители и специалисты, на которых возложены обязанности по организации технического и оперативного обслуживания, проведения ремонтных, монтажных и наладочных работ в электроустановках.

Административно-технический персонал имеет права оперативного, ремонтного или оперативно-ремонтного персонала.

Оперативный персонал осуществляет оперативное управление (электрохозяйством предприятия) и обслуживание электроустановок (осмотр, оперативные переключения, подготовку рабочего места, допуск и надзор за работающими, выполнение работ в порядке текущей эксплуатации)

Оперативно-ремонтный персонал – работники (производственных цехов и участков), специально обученные и подготовленные для оперативного обслуживания в утвержденном объеме закрепленных за ним электроустановок.

Ремонтный персонал обеспечивает техническое обслуживание, ремонт, монтаж, наладку и испытание электрооборудования. К категории

ремонтного относится персонал специализированных служб - испытательных лабораторий, служб автоматики и контрольно-измерительных приборов, в обязанности которого входит проведение испытаний, измерений, наладка и регулировка электроаппаратуры и т.д.

Электротехнологический персонал осуществляет обслуживание электротехнологических установок (электросварка, электролиз и т.п.), а также сложного энергонасыщенного производственно-технологического оборудования, при работе которого требуется постоянное техническое обслуживание и регулировка электроаппаратуры, электроприводов, ручных электрических машин, переносных и передвижных электроприемников, переносного электроинструмента. Он должен иметь достаточные навыки и знания для безопасного выполнения работ и технического обслуживания закрепленной за ним установки. (Например: электросварщик, электрик…)

Неэлектротехнический персонал – производственный персонал, не попадающий под определение «электротехнический» и «электротехнологический персонал».

5.2. Формы работы с персоналом

Согласно ПТЭЭП в зависимости от категории работников с ними проводятся различные формы работы (таблица 4)

I. Виды инструктажей по безопасности труда.

1. *Вводный инструктаж* проводится со всеми вновь принимаемыми на работу независимо от их образования, стажа работы по данной профессии или должности. Командированный персонал по прибытии на место командировки также должен пройти вводный инструктаж. Проводит вводный инструктаж специалист по охране труда (инженер по охране труда или лицо, на которое приказом работодателя возложены эти обязанности).

Таблица 4 - Формы работы с различными категориями работников.

Формы работ с персоналом		Административно-технический	Оперативный и оперативно-ремонтный	Ремонтный
Инструктажи по охране труда	Вводный	+	+	+
	Первичный на рабочем месте		+	+
	Повторный		+	+
	Внеплановый		+	+
	Целевой	+	+	+
Инструктажи по пожарной безопасности			+	+
Проверка знаний правил и норм безопасной работы в электроустановках		+	+	+
Профессиональное дополнительное образование		+	+	+
Обучение на рабочем месте, стажировка			+	+
Дублирование			+	
Специальная подготовка			+	
Контрольные противоаварийные и противопожарные тренировки			+	

2. *Первичный инструктаж* на рабочем месте проводят до начала производственной деятельности:

– со всеми вновь принятыми на предприятие,

– переводимыми из одного подразделения в другое;

– с работниками, выполняющими новую для них работу,

– командированными,

– временными работниками;

– со строителями, выполняющими строительно-монтажные работы на территории действующего предприятия;

– со студентами и учащимися, прибывшими на производственное обучение или практику перед выполнением новых видов работ, а также перед изучением каждой новой темы при проведении практических занятий в учебных лабораториях, классах, мастерских, участках,

– при проведении внешкольных занятий в кружках, секциях.

Лица, которые не связаны с обслуживанием, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, использованием инструмента, хранением и применением сырья и материалов, первичный инструктаж на рабочем месте не проходят.

3. *Повторный инструктаж* проходят все работающие независимо от квалификации, образования, стажа, характера выполняемой работы не реже одного раза в 6 месяцев.

4. *Внеплановый инструктаж* проводят:

– при введении в действие новых или переработанных стандартов, правил, инструкций по охране труда, а также изменений к ним;

– при изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда;

– при нарушении работающими и учащимися требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару, отравлению;

– по требованию органов государственного надзора;

– при перерывах в работе - для работ, к которым предъявляют повышенные требования безопасности труда более чем на 30 календарных дней, а для остальных работ - 60 дней.

5. *Целевой инструктаж* проводят:

– при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности;

– при уборке территории, разовые работы вне предприятия, цеха.

– при производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск, разрешение и другие документы.

– при проведении экскурсии на предприятии, организации массовых мероприятий с учащимися (экскурсии, походы, спортивные соревнования и др.).

Подтверждением проведения и получения целевого инструктажа членами бригады являются подписи членов бригады в таблицах регистрации целевых инструктажей.

II. Производственное обучение включает:

– ознакомление с оборудованием, аппаратурой, оперативными схемами;

– изучение в объёме, необходимом для данной должности (профессии);

– изучение ПУЭ, правил по охране труда, правил и приемов оказания первой помощи при несчастных случаях на производстве, правил применения и испытания средств защиты, ПТЭЭП;

– должностных и производственных инструкций;

– инструкций по охране труда;

– других правил, нормативных и эксплуатационных документов, действующих у данного Потребителя.

III. Стажировка.

Электротехнический персонал до назначения на самостоятельную работу или при переходе на другую работу (должность), связанную с эксплуатацией электроустановок, а также при перерыве в работе в качестве электротехнического персонала свыше 1 года обязан пройти стажировку (производственное обучение) на рабочем месте**.**

Стажировка проводится под руководством ответственного опытного обучающего работника и осуществляется по программам, разработанным для каждой должности (рабочего места) и утвержденным в установленном порядке. Продолжительность стажировки должна быть от 2 до 14 смен.

В процессе стажировки работник должен:

- усвоить требования правил эксплуатации, охраны труда, пожарной безопасности и их практическое применение на рабочем месте;

- изучить схемы, производственные инструкции и инструкции по охране труда, знание которых обязательно для работы в данной должности (профессии);

- отработать четкое ориентирование на своем рабочем месте;

- приобрести необходимые практические навыки в выполнении производственных операций;

- изучить приемы и условия безаварийной, безопасной и экономичной эксплуатации обслуживаемого оборудования.

IV. Дублирование.

Дублирование - самостоятельная работа под надзором опытного специалиста.

Во время прохождения дублирования обучаемый может производить оперативные переключения, осмотры и другие работы в электроустановках только с разрешения и под надзором обучающего. Ответственность за правильность действий обучаемого и соблюдение им правил несут как сам обучаемый, так и обучающий его работник.

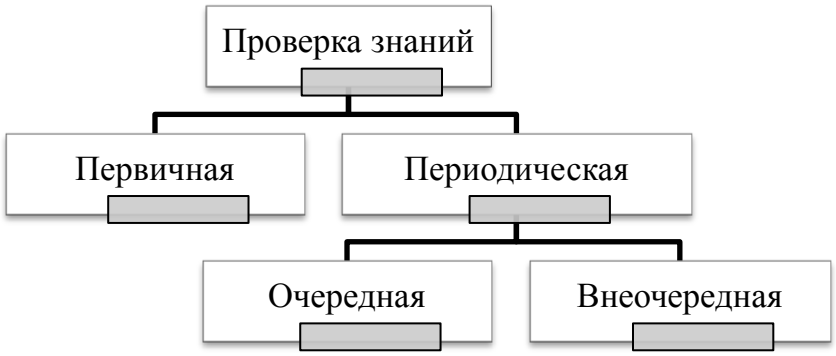
В период дублирования работник должен принять участие в контрольных противоаварийных и противопожарных тренировках с оценкой результатов и оформлением в соответствующих журналах.

После дублирования работник из числа оперативного или оперативно-ремонтного персонала может быть допущен к самостоятельной работе. Продолжительность дублирования - от 2 до 12 рабочих смен.

Если за время дублирования работник не приобрел достаточных производственных навыков или получил неудовлетворительную оценку по противоаварийной тренировке, допускается продление его дублирования на срок от 2 до 12 рабочих смен и дополнительное проведение контрольных противоаварийных тренировок.

Если в период дублирования будет установлена профессиональная непригодность работника к данной деятельности, он снимается с подготовки.

V. Проверка знаний



Первичная проверка знаний проводится у работников, впервые поступивших на работу, связанную с обслуживанием электроустановок, или при перерыве в проверке знаний более 3-х лет.

Очередная проверка должна производиться в следующие сроки:

- для электротехнического персонала, непосредственно организующего и проводящего работы по обслуживанию действующих электроустановок или выполняющего в них наладочные, электромонтажные, ремонтные работы или профилактические испытания, а также для персонала,

имеющего право выдачи нарядов, распоряжений, ведения оперативных переговоров, - 1 раз в год;

- для административно-технического персонала, не относящегося к предыдущей группе, а также для специалистов по охране труда, допущенных к инспектированию электроустановок, - 1 раз в 3 года.

Внеочередная проверка знаний проводится независимо от срока проведения предыдущей проверки:

- при введении в действие у Потребителя новых или переработанных норм и правил;

- при установке нового оборудования, реконструкции или изменении главных электрических и технологических схем (необходимость внеочередной проверки в этом случае определяет технический руководитель);

- при назначении или переводе на другую работу, если новые обязанности требуют дополнительных знаний норм и правил;

- при нарушении работниками требований нормативных актов по охране труда;

- по требованию органов государственного надзора;

- по заключению комиссий, расследовавших несчастные случаи с людьми или нарушения в работе энергетического объекта;

- при повышении знаний на более высокую группу;

- при проверке знаний после получения неудовлетворительной оценки;

- при перерыве в работе в данной должности более 6 месяцев.

Внеочередная проверка, проводимая по требованию органов государственного надзора и контроля, а также после происшедших аварий, инцидентов и несчастных случаев, не отменяет сроков очередной проверки по графику и может проводиться в комиссии органов Ростехнадзора.

В случае внесения изменений и дополнений в действующие правила внеочередная проверка не проводится, а они доводятся до сведения работников с оформлением в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте.

Работникам, получившим при очередной проверке знаний неудовлетворительную оценку, комиссия назначает повторную проверку в срок не позднее 1 месяца со дня последней проверки. Срок действия удостоверения для работника, получившего неудовлетворительную оценку, автоматически продлевается до срока, назначенного комиссией для второй проверки, если нет записанного в журнал проверки знаний специального решения комиссии о временном отстранении работника от работы в электроустановках.

Для проведения проверки знаний руководитель организации должен назначить постоянно действующую комиссию организации в составе не менее пяти человек. Председателем комиссии назначается, как правило, ответственный за электрохозяйство. Председатель комиссии должен иметь V группу по электробезопасности, если в организации эксплуатируются установки до и выше 1000 В; и IV группу, если в организации имеются электроустановки напряжением только до 1000 В.

Все члены комиссии должны иметь группу по электробезопасности и пройти проверку знаний в комиссии вышестоящих хозяйственных органов или в комиссии органов Ростехнадзора. Допускается проверка знаний отдельных членов комиссии на месте, при условии, что председатель и не менее двух членов комиссии прошли проверку знаний в комиссии органов Ростехнадзора.

В структурных подразделениях руководителем организации могут создаваться комиссии по проверке знаний работников структурных подразделений. Члены комиссий структурных подразделений должны пройти

проверку знаний норм и правил в постоянно действующей комиссии организации.

При проведении процедуры проверки знаний должно присутствовать не менее трех членов комиссии.

Проверка знаний работников организаций, численность которых не позволяет образовать комиссию по проверке знаний, должна проводиться в комиссиях органов Ростехнадзора. Такие комиссии могут создаваться при специализированных образовательных учреждениях (институтах повышения квалификации, учебных центрах и т.п.). Они назначаются приказом (распоряжением) руководителя органа Ростехнадзора. Председателем комиссии назначается старший государственный инспектор по энергетическому надзору.

Представители органов государственного надзора и контроля по их решению могут принимать участие в работе комиссий по проверке знаний всех уровней.

Результаты проверки знаний работника оформляются протоколом, который регистрируется в специальном журнале, и заносятся в его удостоверение.

По результатам проверки знаний электротехническому и электротехнологическому персоналу присваивается группа допуска по электробезопасности, которая определяет уровень знаний безопасных методов работы с электричеством. Существует пять групп допуска (таблица 3).

Также комиссия по проверке знаний норм и правил работы в электроустановках определяет работнику, в качестве какого персонала он допускается к работам в электроустановках (оперативного, ремонтного, оперативно-ремонтного, административно-технического).

Таблица 3 – Группы допуска по электробезопасности.

Группа допуска	Персонал	Требования к объёму знаний
I	1) Неэлектротехнический персонал организации, который не обслуживает и не работает на действующих электроустановках, но при этом подвергается риску поражения электрическим током в ходе работы. Список профессий (должностей) утверждает руководитель организации. 2) Лица из числа электротехнического и электротехнологического персонала при отсутствии у них специального образования и стажа работы в электроустановках.	Сотрудник должен знать об опасности электрического тока, о безопасных методах выполнения своих обязанностей, а также о способах оказания элементарной первой помощи при поражениях электрическим током. Присвоение I группы по электробезопасности проводится с периодичностью не реже 1 раза в год.
II	Электротехнологический и электротехнический персонал организации, непосредственно работающий с действующими электроустановками (их частями) и имеющий к ним доступ.	Знания в объеме первой группы. Иметь представление об общих принципах работы электроустановок, находящихся в ведении специалиста. Иметь навыки по оказанию первой помощи в случае поражения электрическим током должны быть практическими. Персонал со II группой допуска должен четко знать, что именно должен сделать специалист с 3-ей группой, чтобы обеспечить безопасность выполняемых работ. Вторая группа допуска по электробезопасности является максимальной, которую может получить лицо, не достигшее 18-летнего возраста.
III	Электротехнический персонал с правом самостоятельной работы на действующей электроустановке.	Знание материала второй группы; правил организации безопасного выполнения работ; правил выбора и защитных средств и правила их хранения. На экзамене проверяемый должен четко продемонстрировать, что не только сам не попадет под действие электрического тока, но и обеспечит безопасность работ подчиненных (приданных) работников со второй группой.

		Специалист должен знать устройство электроустановок и порядок их технического обслуживания. Иметь навыки освобождения человека от действия электрического тока.
IV	Электротехнический персонал с правом на обслуживание электроустановок напряжением выше 1000 В. Государственные инспектора, специалисты по охране труда, контролирующие электроустановки должны иметь группу по электробезопасности IV с правом инспектирования. Требуемый общий производственный стаж (не обязательно в электроустановках) - не менее 3 лет.	Знания в объеме, предусмотренном тремя предыдущими группам. Знание ПУЭ в объеме своей электроустановки, ПОТЭУ, ПТЭ, ПТЭЭП, должностные инструкции и т.п. Уметь читать схемы. Уметь организовать безопасную работу подчиненных во всех аспектах безопасности (знать противопожарную безопасность, и обычные "неэлектрические" правила охраны труда и т.п.). Иметь навыки проведения инструктажей и обучения персонала.
V	Электротехнический персонал (административно-технический персонал организации).	V группа предполагает максимальную ответственность специалиста и его способность выполнять любую работу в электроустановках, а также осуществлять руководство такими работами вплоть до выполнения обязанностей ответственного за электрохозяйство. Знание схем и компоновки всего электрооборудования, находящегося в ведении специалиста, знание норм безопасности, правил использования средств защиты, а также сроков проведения их испытаний. Знание нормативных документов по электро- и пожарной безопасности. Умение донести и разъяснить эти нормы при проведении инструктажа. Умение организовать руководство работами любой сложности в любых электроустановках.

Если работники обладают правом проведения специальных работ, то они должны иметь об этом запись в удостоверении.

К специальным работам относятся:

– Верхолазные работы – работы, выполняемые на высоте более 5 м от поверхности земли, перекрытия или рабочего настила, над которым произ-

водятся работы непосредственно с конструкций или оборудования при их монтаже или ремонте с обязательным применением средств защиты от падения с высоты (предохранительный пояс);

– Работы под напряжением на токоведущих частях – работы без снятия напряжения с электроустановки, выполняемые с прикосновением к первичным токоведущим частям, находящимся под рабочим напряжением, или на расстоянии от этих токоведущих частей менее допустимого;

– Испытания оборудования повышенным напряжением (за исключением работ с мегаомметром);

– Работы под наведенным напряжением – работы, выполняемые со снятием рабочего напряжения с электроустановки или ее части с прикосновением к токоведущим частям, находящимся под наведенным напряжением более 25 В на рабочем месте или на расстоянии от этих токоведущих частей менее допустимого.

Проверка знаний электротехнического и электротехнологического персонала, работающего непосредственно в электроустановках, производится ежегодно. То же самое касается административно-технического персонала с правом работы в электроустановках по должности. Прочий административно-технический персонал, включая инженеров по охране труда, аттестуется один раз в три года.

Вопросы для самостоятельной проработки:

1. Кто относится к электротехническому, электротехнологическому и неэлектротехническому персоналу?
2. Какие обязательные формы работы проводятся с административно-техническим, оперативным, ремонтным и оперативно-ремонтным персоналом?

3. Каковы сроки очередных проверок знаний у персонала, эксплуатирующего электроустановки напряжением до 1000В и выше?
4. Как осуществляется подготовка персонала к присвоению I группы по электробезопасности?
5. Какую группу по электробезопасности должен иметь специалист по охране труда, контролирующий электроустановки?
6. Какие существуют виды инструктажей по безопасности труда?
7. Каковы требования к электротехническому персоналу до назначения на самостоятельную работу?
8. В чём различие между стажировкой и дублированием?
9. Какие существуют виды проверки знаний работников, связанных с обслуживанием электроустановок и каков порядок первичной проверки знаний?
10. Каков состав комиссии по проверке знаний электротехнического персонала?
11. Какие работы относятся к специальным?

6. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

6.1. Общая характеристика организационных мероприятий

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ в электроустановках, являются:

– оформление наряда, распоряжения или перечня работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;

– выдача разрешения на подготовку рабочего места и на допуск к работе;

– допуск к работе;

– надзор во время работы;

– оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончания работы.

Наряд-допуск – это задание на производство работ в электроустановках, оформленное на специальном бланке установленной формы и определяющее содержание, место, время начала и окончания работы, условия ее безопасного проведения, состав бригады и работников, ответственных за безопасное выполнение работ.

По наряду должны производиться, как правило, плановые работы (например, заменить трансформатор на подстанции).

Распоряжение – это задание на производство работ в электроустановках, оформленное в оперативном журнале лицом, отдавшим распоряжение, либо лицом оперативного состава, получившим распоряжение в устной форме непосредственно или с помощью средств связи от лица, отдавшего распоряжение (например, покрасить заграждения вокруг подстанции).

Работы, выполняемые в порядке *текущей эксплуатации* – это проведение оперативным (оперативно-ремонтным) персоналом на закрепленной за ним электроустановке напряжением до 1000 В небольших по объёму ремонтных и технических работ в течение одной рабочей смены по утвержденному перечню.

6.2. Порядок организации работ в электроустановках с оформлением наряда-допуска

Право выдачи нарядов и распоряжений предоставляется работникам из числа административно-технического персонала организации, имеющим группу V - в электроустановках напряжением выше 1000 В и группу IV - в электроустановках напряжением до 1000 В.

В случае отсутствия работников, имеющих право выдачи нарядов и распоряжений, при работах по предотвращению аварий или ликвидации их последствий допускается выдача нарядов и распоряжений работниками из числа оперативного персонала, имеющими группу IV. Предоставление оперативному персоналу права выдачи нарядов и распоряжений должно быть оформлено письменным указанием руководителя организации.

Наряд выписывается в двух, а при передаче его по телефону или радио – в трех экземплярах. При этом выдающий наряд выписывает один экземпляр наряда, а работник, принимающий текст в виде телефоно- или радиограммы, факса или электронного письма заполняет два экземпляра наряда и после обратной проверки указывает на месте подписи выдающего наряд его фамилию и инициалы, подтверждая правильность записи своей подписью.

Наряд выдаётся на срок не более 15 календарных дней со дня начала работы и может быть продлен один раз на срок не более 15 календарных

дней со дня продления. При перерывах в работе наряд остается действительным.

Продлевать наряд может работник, выдавший данный наряд, или другой работник, имеющий право выдачи наряда на работы в данной электроустановке.

Наряды, работы по которым полностью закончены, должны храниться в течение 30 суток, после чего они могут быть уничтожены. Если при выполнении работ по нарядам имели место аварии, инциденты или несчастные случаи, то эти наряды следует хранить в архиве организации вместе с материалами расследования.

Учет работ по нарядам ведется в журнале учета работ по нарядам и распоряжениям.

6.3. Порядок организации работ в электроустановках по распоряжению

Распоряжение имеет разовый характер, срок его действия определяется продолжительностью рабочего дня исполнителей.

Распоряжение должно отдаваться заново:

- при необходимости продолжения работы,
- при изменении условий работы,
- при изменении состава бригады.

При перерывах в работе в течение одного дня повторный допуск осуществляется производителем работ.

По распоряжению выполняются неотложные работы в установках свыше 1000 В продолжительностью не более 1 часа. Работы свыше 1 часа должны проводиться по наряду.

Неотложные работы – работы, выполняемые безотлагательно для предотвращения воздействия на человека опасного производственного фактора, который приведет к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья, а также работы по устранению неисправностей и повреждений, угрожающих нарушением нормальной работы оборудования, сооружений, устройств ТАИ, СДТУ, электро- и теплоснабжения потребителей.

Допуск к работам в электроустановках должен быть осуществлен после выполнения технических мероприятий по подготовке рабочего места, определяемых работником, выдающим распоряжение.

Распоряжение отдается производителю работ и допускающему.

При проведении работ производитель работ (наблюдающий) из числа оперативного персонала, выполняющий работу или осуществляющий наблюдение за работающими в электроустановках напряжением выше 1000 В, должен иметь группу IV, а в электроустановках напряжением до 1000 В - группу III. Члены бригады, работающие в электроустановках напряжением до и выше 1000 В, должны иметь группу III. В электроустановках напряжением до 1000 В, расположенных в помещениях, кроме особо опасных и в особо неблагоприятных условиях в отношении поражения людей электрическим током, работник, имеющий группу III и право быть производителем работ, имеет право работать единолично.

В электроустановках напряжением выше 1000 В одному работнику, имеющему группу III, по распоряжению допускается проводить:

– благоустройство территории ОРУ, скашивание травы, расчистку от снега дорог и проходов;

– ремонт и обслуживание устройств проводной радио- и телефонной связи, осветительной электропроводки и арматуры, расположенных вне камер РУ на высоте не более 2,5 м;

– нанесение (восстановление) диспетчерских (оперативных) наименований и других надписей вне камер РУ;

– наблюдение за сушкой трансформаторов, генераторов и другого оборудования, выведенного из работы;

– обслуживание маслоочистительной и прочей вспомогательной аппаратуры при очистке и сушке масла;

– работы на электродвигателях и механической части вентиляторов и маслонасосов трансформаторов, компрессоров и др.

По распоряжению единолично уборку коридоров ЗРУ и электропомещений с электрооборудованием напряжением до и выше 1000 В, где токоведущие части ограждены, имеет право выполнять работник, имеющий группу II. Уборку в ОРУ имеет право выполнять один работник, имеющий группу III.

На воздушных линиях по распоряжению могут выполняться работы на проводящих частях (частях электроустановки, на которых не исключено появление напряжения в аварийных режимах работы, например: корпус электрической машины), не требующих снятия напряжения, в том числе:

– с подъемом до 3 м, считая от уровня земли до ног работающего;

– без разборки конструктивных частей опоры;

– с откапыванием стоек опоры на глубину до 0,5 м;

– по расчистке трассы ВЛ, когда исключено падение на провода вырубаемых деревьев, сучьев, также исключено приближение на недопустимое расстояние к проводам работников, осуществляющих обрубку веток и сучьев, и применяемых ими приспособлений и механизмов.

Одному работнику, имеющему группу II, разрешается выполнять по распоряжению следующие работы:

– осмотр ВЛ в светлое время суток при благоприятных метеоусловиях, в том числе с оценкой состояния опор, проверкой загнивания деревянных оснований опор;

– восстановление постоянных обозначений на опоре;

– замер габаритов угломерными приборами;

– противопожарную очистку площадок вокруг опор;

– окраску бандажей на опорах.

6.4. Порядок организации работ в электроустановках, выполняемых в порядке текущей эксплуатации

Небольшие по объему ремонтные работы и работы по техническому обслуживанию, выполняемые в течение рабочей смены и разрешенные к производству в порядке текущей эксплуатации, должны содержаться в перечне работ. Перечень работ подписывается техническим руководителем или ответственным за электрохозяйство и утверждается руководителем организации или руководителем обособленного подразделения. При этом должны быть соблюдены следующие требования:

– работа в порядке текущей эксплуатации (перечень работ) распространяется только на электроустановки напряжением до 1000 В;

– работа выполняется силами оперативного или оперативно-ремонтного персонала на закрепленном за этим персоналом оборудовании (участке).

Подготовка рабочего места осуществляется теми же работниками, которые в дальнейшем выполняют необходимую работу.

Работа в порядке текущей эксплуатации, включенная в перечень, является постоянно разрешенной, на которую не требуется каких-либо дополнительных указаний, распоряжений, целевого инструктажа.

При оформлении перечня работ в порядке текущей эксплуатации следует учитывать условия обеспечения безопасности и возможности единоличного выполнения конкретных работ, квалификацию персонала, степень важности электроустановки в целом или ее отдельных элементов в технологическом процессе.

К работам (перечню работ), выполняемых в порядке текущей эксплуатации в электроустановках до 1000 В могут быть отнесены:

– присоединение, отсоединение кабелей, проводов электродвигателей, другого оборудования;

– работы в электроустановках с односторонним питанием;

– ремонт контакторов, магнитных пускателей, автоматических выключателей, УЗО, пусковых кнопок, рубильников, установленных вне РУ сборок, щитов.

– ремонт отдельных электроприёмников, относящихся к инженерному оборудованию зданий и сооружений (электродвигателей, электрокалориферов, вентиляторов, насосов, установок кондиционирования воздуха);

– ремонт отдельно расположенных магнитных станций и блоков управления, уход за щеточным аппаратом на нерабочем электродвигателе.

– снятие и установка электросчетчиков, других приборов и средств измерений;

– замена предохранителей, ремонт осветительной электропроводки и арматуры, замена ламп и чистка светильников, расположенных на высоте не более 2,5 м;

– измерения, проводимые с использованием мегаомметра;

– другие работы, выполняемые на территории организации, в служебных и жилых помещениях, складах, мастерских.

Приведенный выше перечень не является исчерпывающим. Он может быть дополнен руководством организации, но не должен противоречить ПОТЭУ.

Перечень работ в порядке текущей эксплуатации должен содержать указания, определяющие виды работ, разрешенные к выполнению единолично и бригадой.

Все выполненные в порядке текучей эксплуатации работы, должны записываться в оперативный журнал.

6.5. Работники, ответственные за безопасное ведение работ

Ответственными за безопасность работ в электроустановках являются:

– выдающий наряд, отдающий распоряжение, утверждающий перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;

– выдающий разрешение на подготовку рабочего места и на допуск;

– допускающий;

– ответственный руководитель работ

– производитель работ;

– наблюдающий;

– члены бригады.

Работник, выдающий наряд, отдающий распоряжение, определяет необходимость и возможность безопасного выполнения работы. Он отвечает:

– за достаточность и правильность указанных в наряде (распоряжении) мер безопасности,

– за качественный и количественный состав бригады и назначение ответственных за безопасность выполнения работ,

– за соответствие выполняемой работе групп перечисленных в наряде работников,

– за проведение целевого инструктажа ответственному руководителю работ (производителю работ, наблюдающему).

Работник, выдающий разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск к работам в электроустановках, отвечает:

– за дачу команд по отключению и заземлению оборудования и получению подтверждения их выполнения, а также самостоятельные действия по отключению и заземлению оборудования в соответствии с мероприятиями по подготовке рабочего места, определенными нарядом (распоряжением) с учетом фактической схемы электроустановок и электрической сети;

– за возможность безопасного осуществления отключения, включения и заземления оборудования, находящегося в его управлении;

– за координацию времени и места допускаемых к работам в электроустановках бригад, в том числе учет бригад, получение информации от всех допущенных к работам в электроустановках бригад (допускающих) о полном окончании работ и возможности включения электроустановки в работу;

– за правильность данных команд, самостоятельных действий по включению коммутационных аппаратов в части исключения подачи напряжения на рабочие места допущенных бригад.

Право выдачи разрешений на подготовку рабочих мест и допуск к работам на объектах электросетевого хозяйства предоставляется оперативному персоналу с группой IV - V в соответствии с должностными ин-

струкциями и распределением оборудования по способам оперативного управления.

Ответственный руководитель работ отвечает за выполнение всех указанных в наряде мероприятий по подготовке рабочего места и их достаточность, за принимаемые им дополнительные меры безопасности, необходимые по условиям выполнения работ, за полноту и качество целевого инструктажа бригады, в том числе проводимого допускающим и производителем работ, а также за организацию безопасного ведения работ.

Ответственными руководителями работ в электроустановках напряжением выше 1000 В назначаются работники из числа административно-технического персонала, имеющие группу V и группу IV - в электроустановках напряжением до 1000 В.

Необходимость назначения ответственного руководителя работ определяет работник, выдающий наряд, которому разрешается назначать ответственного руководителя работ. Выдающий наряд имеет право не назначать ответственного руководителя работ при выполнении работ в РУ напряжением выше 1000 В с одиночной секционированной или несекционированной системой шин, не имеющей обходной системы шин, а также на ВЛ, КВЛ и КЛ, всех электроустановках напряжением до 1000 В (электроустановки с простой и наглядной схемой).

Допускающий - работник из числа электротехнического персонала (оперативного персонанала), производящий подготовку рабочих мест и оценку достаточности принятых мер по их подготовке, инструктирующий членов бригады и осуществляющий допуск к работе.

Допускающий отвечает за:

– за правильность выполнения необходимых для допуска и производства работ мер безопасности, их достаточность и соответствие характеру и месту работы;

– за правильный допуск к работе, приемку рабочего места по окончании работы с оформлением в нарядах или журналах;

– за полноту и качество проводимого целевого инструктажа.

В электроустановках напряжением до 1000 В допускающий должен иметь группу III, а в электроустановках до 1000 В - группу IV.

Производитель работ (например, бригадир), принимая рабочее место от допускающего, отвечает:

– за соответствие подготовленного рабочего места мероприятиям, необходимым при подготовке рабочих мест и отдельным указаниям наряда;

– за четкость и полноту целевого инструктажа членов бригады;

– за наличие, исправность и правильное применение необходимых средств защиты, инструмента, инвентаря и приспособлений;

– за сохранность на рабочем месте ограждений, плакатов (знаков безопасности), предназначенных для предупреждения человека о возможной опасности, запрещении или предписании определенных действий, а также для информации о расположении объектов, использование которых связано с исключением или снижением последствий воздействия опасных и (или) вредных производственных факторов (далее - плакаты, знаки безопасности), заземлений, запирающих устройств;

– за безопасное проведение работы и соблюдение правил электробезопасности им самим и членами бригады;

– за осуществление постоянного контроля за членами бригады.

Производитель работ, выполняемых по наряду в электроустановках напряжением выше 1000 В, должен иметь группу по электробезопасности не ниже IV, в установках до 1000 В - группу не ниже III. Производитель работ, выполняемых по распоряжению во всех электроустановках, должен иметь группу не ниже III

Наблюдающий назначается для надзора за бригадами, не имеющими права самостоятельного производства работ в электроустановках (строительные рабочие, разнорабочие, неэлектротехнический персонал).

Наблюдающим назначается работник, имеющий группу III.

Наблюдающий отвечает:

– за соответствие подготовленного рабочего места мероприятиям, необходимым при подготовке рабочих мест и отдельным указаниям наряда;

– за четкость и полноту целевого инструктажа членов бригады;

– за наличие и сохранность установленных на рабочем месте заземлений, ограждений, плакатов и знаков безопасности, запирающих устройств приводов;

– за безопасность членов бригады в отношении поражения электрическим током электроустановки.

Наблюдающий за электротехническим персоналом, в том числе командированным, назначается в случае проведения работ в электроустановках при особо опасных условиях, определяемых лицом, ответственным за электрохозяйство предприятия, где эти работы производится.

Член бригады отвечает за соблюдение требований ПОТЭУ, инструкций по охране труда соответствующих организаций и инструктивных указаний, полученных при допуске к работе и во время работы.

Бригада – группа из двух человек и более, включая производителя работ. Численность бригады и ее состав с учетом квалификации членов бригады по электробезопасности должны определяться исходя из условий выполнения работы, а также возможности обеспечения надзора за членами бригады со стороны производителя работ (наблюдающего).

Член бригады, руководимой производителем работ, должен иметь группу III, а при выполнении работ на ВЛ – группу IV.

В состав бригады на каждого работника, имеющего группу III, допускается включать одного работника, имеющего группу II, но общее число членов бригады, имеющих группу II, не должно превышать трех.

Оперативный персонал, находящийся на дежурстве, по разрешению работника из числа вышестоящего оперативного персонала разрешено привлекать к работе в бригаде с записью в оперативном журнале и оформлением в наряде.

Работникам, ответственным за безопасное ведение работ, допускается совмещать обязанности (таблица 5).

Таблица 5 - Дополнительные обязанности работников, ответственных за безопасное ведение работ

Ответственный работник	Дополнительные обязанности
Выдающий наряд, отдающий распоряжение	Ответственный руководитель работ, производитель работ, допускающий
Ответственный руководитель работ	Производитель работ, допускающий
Производитель работ из числа оперативного и оперативно-ремонтного персонала	Допускающий
Производитель работ с группу IV	Допускающий

Правомерно выполнение работником обязанностей допускающего и выдающего разрешение на подготовку рабочего места и допуск, при наличии у допускающего прав оперативного управления оборудованием, которое необходимо отключать и заземлять в соответствии с мерами безопасности для производства работ, и прав ведения оперативных переговоров с работниками, выполняющими необходимые отключения и заземления оборудования на объектах, не находящихся в оперативном управлении допускающего.

Допускающий из числа оперативного персонала может выполнять обязанности члена бригады.

На ВЛ всех уровней напряжения допускается совмещение ответственным руководителем или производителем работ из числа ремонтного персонала обязанностей допускающего в тех случаях, когда для подготовки рабочего места требуется только проверить отсутствие напряжения и установить переносные заземления на месте работ без оперирования коммутационными аппаратами. (ПОТЭУ 5.13).

Ответственный за электрохозяйство и его заместитель назначаются руководителем Потребителя для непосредственного выполнения обязанностей по организации эксплуатации электроустановок.

Ответственный за электрохозяйство и его заместитель назначаются из числа руководителей и специалистов организации. При наличии в организации должности главного энергетика обязанности ответственного за электрохозяйство, как правило, возлагаются на него.

У Потребителей, установленная мощность электроустановок которых не превышает 10 кВА, работник, замещающий ответственного за электрохозяйство, может не назначаться.

Вопросы для самостоятельной проработки:

1. Что включают в себя организационные мероприятия, обеспечивающие электробезопасность?
2. Каково определение понятия «наряд - допуск»?
3. Кто является ответственным за безопасность при выполнении работ по наряду-допуску?
4. Какой работник имеет право единоличного осмотра электроустановок?
5. Каков порядок хранения и выдачи ключей от электроустановок?
6. Каковы общие принципы действия персонала при выполнении работ по наряду-допуску или распоряжению?

7. В каких случаях работы производятся по технологическим картам или ППР?
8. Какие лица имеют право выдачи нарядов, распоряжений?
9. Какая ответственность установлена для выдающего наряд, от дающего распоряжение?
10. Каков порядок назначения и ответственность ответственного руководителя работ?
11. Какая ответственность установлена для допускающего?
12. Какая ответственность установлена для производителя работ
13. Какая ответственность установлена для членов бригады?
14. В каких случаях назначается наблюдающий и какая ответственность установлена для него?
15. Каков порядок оформления и выдачи наряда-допуска, срок действия и хранение, срок действия и хранение наряда-допуска?
16. Каков порядок оформления полного окончания работ по наряду-допуску, распоряжению?
17. Каково определение понятия «распоряжение»? Каков порядок выдачи и оформления распоряжения?
18. Как осуществляется организация работ, выполняемых в прядке текущей эксплуатации?
19. Какие работы могут быть отнесены к работам, выполняемым в порядке текущей эксплуатации в электроустановках?
20. Каков порядок допуска бригады к работе по наряду распоряжению и какая ответственность установлена для допускающего?
21. Кто проводит целевой инструктаж при работе по наряду, распоряжению? Каково содержание целевого инструктажа и как оформляется целевой инструктаж при работе по наряду, распоряжению?
22. Каковы виды работ, выполняемых по распоряжению?

7. ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Первая помощь - это комплекс мероприятий, направленных на восстановление или сохранение жизни пострадавшего, осуществляемых не медицинскими работниками на месте несчастного случая.

Чем быстрее и правильнее оказана доврачебная помощь, тем больше шансов на благоприятный исход.

Оказание первой помощи необходимо осуществлять в соответствии с «Инструкцией по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве» [6]

Последовательность оказания первой помощи:

– освободить пострадавшего от действия электрического тока и оценить его состояние;

– выполнить необходимые мероприятия по спасению пострадавшего;

– вызвать скорую медицинскую помощь или врача, либо принять меры для транспортировки пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение;

– о несчастном случае сообщить непосредственному руководителю подразделения по месту работы.

Наиболее простой и эффективный способ освобождения пострадавшего от действия тока – отключение электроустановки с помощью ближайшего рубильника, выключателя, разъема штепсельного соединения и др. Если быстро отключить электроустановку не возможно, то прервать цепь тока через пострадавшего в электроустановках до 1 кВ можно, перерубив провода при помощи топора с сухой деревянной рукояткой или другим инструментом с изолирующими рукоятками. В электроустановках

напряжением выше 1 кВ необходимо преднамеренно вызвать автоматическое отключение путём замыканием накоротко фаз ЭУ согласно инструкции.

При освобождении пострадавшего от действия электрического тока необходимо позаботиться о собственной безопасности и применять надлежащие электрозащитные средства (диэлектрические перчатки, боты и др.).

Прикасаться к пострадавшему можно только после полного освобождения его от действия электрического тока.

При эвакуации пострадавшего из зоны действия электрического тока во избежание поражения током за пострадавшего следует браться только одной рукой и только за сухую одежду.

Под ЛЭП пострадавшего следует оттащить не менее чем на 8 метров от лежащего на земле провода. В помещениях достаточно переместить пострадавшего не менее чем на 4 метра от источника тока.

Для определения состояния пострадавшего необходимо уложить его на спину и проверить наличие пульса, состояние зрачка и дыхания в течение 15 – 20 с.

Пульс - толчкообразные ритмичные колебания стенок кровеносных сосудов, обусловленные движением по ним крови при работе сердца. Наличие пульса проверяют, как правило, на крупных артериях, где он более выражен, - на лучевой, бедренной или сонной.

Наличие дыхания у пострадавшего определяется по подъему и опусканию грудной клетки во время самостоятельного вдоха и выдоха. Нормальное дыхание характеризуется четкими и ритмичными подъемами и опусканиями грудной клетки. В таком состоянии пострадавший не нуждается в искусственном дыхании.

Нарушенное дыхание характеризуется нечеткими или неритмичными подъемами грудной клетки при вдохах, редкими, как бы хватающими воз-

дух вдохами или отсутствием видимых дыхательных движений грудной клетки. Все эти случаи расстройства дыхания приводят к тому, что кровь в легких недостаточно насыщается кислородом, в результате чего наступает кислородное голодание тканей и органов пострадавшего. Поэтому в этих случаях пострадавший нуждается в искусственном дыхании.

Если пострадавший в сознании, но до этого был в обмороке или продолжительное время находился под током, необходимо его удобно уложить на сухую подстилку, накрыть сверху чем-либо из одежды и до прибытия врача, который должен быть вызван немедленно, обеспечить ему полный покой, непрерывно наблюдая за его дыханием и пульсом. Ни в коем случае нельзя позволять пострадавшему двигаться и продолжать работу, даже если он чувствует себя хорошо и не имеет видимых повреждений. Отрицательное воздействие электрического тока на человека может сказаться не сразу, а спустя некоторое время - через несколько минут, часов и даже дней. Только врач может правильно оценить состояние здоровья пострадавшего и решить вопрос о помощи, которую нужно оказать ему на месте, а также о дальнейшем его лечении.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии (комы), но с сохранившимися устойчивыми дыханием и пульсом, его следует удобно уложить на подстилку, расстегнуть одежду и пояс, чтобы они не затрудняли его дыхания, обеспечить приток свежего воздуха и принять меры к приведению его в сознание - поднести к носу вату, смоченную нашатырным спиртом, обрызгать лицо холодной водой, растереть и согреть тело. Пострадавшему следует обеспечить полный покой, приложить холод к голове и непрерывно наблюдать за его состоянием. Он должен ожидать прибытия врача только в положении «лежа на животе» с периодическим удалением слизи и содержимого желудка.

Если пострадавший плохо дышит - редко, судорожно, как бы с всхлипыванием или если дыхание пострадавшего постепенно ухудшается, но у него прощупывается пульс, необходимо ему делать искусственное дыхание.

При отсутствии признаков жизни, т.е. когда у пострадавшего отсутствуют дыхание и пульс, а болевые раздражения не вызывают никаких реакций, зрачки глаз расширены и не реагируют на свет, надо считать пострадавшего находящимся в состоянии клинической смерти и немедленно приступать к его оживлению, т.е. к проведению непрямого массажа сердца и искусственного дыхания.

Перед проведением непрямого массажа сердца, в случае отсутствия пульса, и искусственного дыхания необходимо прикрыть двумя пальцами мечевидный отросток и нанести прекардиальный удар кулаком резко и сильно (рисунок 16), с высоты 20 - 30 см в область средней трети тела грудины для гидродинамического воздействия на сердце и снятия мышечного спазма с грудной клетки с обязательным контролем эффективности по пульсу на сонной артерии.

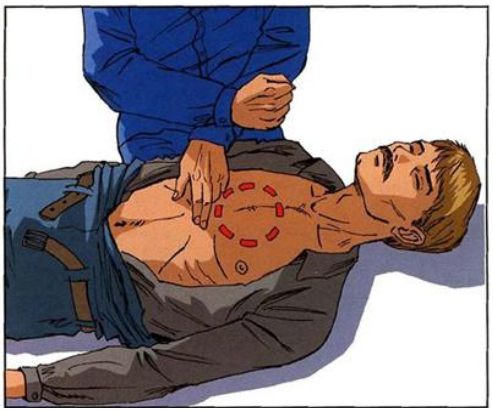


Рисунок 16 – Нанесение удара кулаком по грудине [7]

При этом категорически запрещается:

– наносить удар по мечевидному отростку или в область ключиц;

– наносить удар при наличии пульса на сонной артерии;

– наносить удар на грудине и проводить непрямой массаж сердца, не освободив грудную клетку и не расстегнув поясной ремень.

Никогда не следует отказываться от оказания помощи пострадавшему и считать его мертвым из-за отсутствия дыхания, пульса и других признаков жизни. Пораженного электрическим током можно признать мертвым только при явно видимых смертельных повреждениях, например, в случае

раздробления черепа при падении или при обгорании всего тела. В других случаях констатировать смерть имеет право только врач.

Порядок выполнения искусственного дыхания.

Наиболее эффективным способом искусственного дыхания является способ «изо рта в рот» или «изо рта в нос», которые основаны на методе вдувания насильно в дыхательные пути пострадавшего. Вдувание воздуха можно производить через марлю, платок, специальное приспособление - «воздуховод».

Перед началом искусственного дыхания необходимо:

– освободить пострадавшего от стесняющей дыхание одежды;

– уложить пострадавшего на спину на горизонтальную поверхность;

– обеспечить проходимость верхних дыхательных путей (полость рта освободить от рвотных масс, посторонних предметов и пр.)

– максимально запрокинуть голову пострадавшего назад, положив под затылок ладонь одной руки, а второй рукой надавливать на лоб пострадавшего до тех пор, пока подбородок его не окажется на одной линии с шеей (рисунок 17).

Далее оказывающий помощь наклоняется над пострадавшим, делает глубокий вдох открытым ртом, а затем энергичный выдох, с некоторым усилием, вдувая воздух в рот пострадавшего. Грудная клетка пострадавшего должна подняться.

Если у пострадавшего хорошо определяется пульс и необходимо делать только искусственное дыхание, то интервал между искусственными вдохами должен составлять 5 сек. (12 дыхательных циклов в минуту).

Рисунок 17- Проведение искусственного дыхания [7]

При проведении искусственного дыхания необходимо следить за тем, чтобы воздух не попадал в желудок пострадавшего (вздутие живота).

Прекращают искусственное дыхание после восстановления у пострадавшего достаточно глубокого и ритмичного самостоятельного дыхания.

В случае отсутствия не только дыхания, но и пульса на сонной артерии делают подряд два искусственных вдоха и приступают к наружному массажу сердца.

Порядок проведения наружного массажа сердца.

Массаж сердца (искусственные ритмичные сжатия сердца пострадавшего, имитирующие его самостоятельные сокращения) проводят для искусственного поддержания кровообращения в организме пострадавшего и восстановления нормальных естественных сокращений сердца.

При оказании помощи пораженному током проводят непрямой (наружный) массаж сердца ритмичным надавливанием на грудь. В результате этого сердце сжимается между грудиной и позвоночником и выталкивает из своих полостей кровь. После прекращения надавливания грудная клетка и сердце распрямляются, и сердце заполняется кровью, поступающей из вен. У человека, находящегося в состоянии клинической смерти, грудная клетка из-за потери мышечного напряжения легко смещается (сдавливается) при надавливании на нее, обеспечивая необходимое сжатие сердца.

Для выполнения массажа сердца необходимо:

– пострадавшего уложить на спину на жесткую поверхность,

– обнажить грудь,

– расстегнуть стесняющие дыхание предметы одежды (ремень и др.).

При проведении массажа сердца оказывающий помощь встает с какой-либо стороны пострадавшего и занимает такое положение, при котором возможен более или менее значительный наклон над ним (рисунок 18).

Массаж делают резким надавливанием двумя руками на среднюю часть грудной клетки (примерно на два ребра выше окончания грудной клетки), причем одну руку кладут на другую. Руки при надавливании должны быть выпрямлены в локтевых суставах.

Рисунок 18– Выполнение непрямого массажа сердца [7]

Надавливание следует производить быстрыми толчками, помогая наклоном своего корпуса, так чтобы смещать грудину н 3-5 см, с частотой не менее 60 раз в минуту. Продолжительность надавливания не более 0,5 сек., интервал между отдельными надавливаниями 0,5 сек. В паузах рук с грудины не снимают.

Оптимальное соотношение надавливаний на грудную клетку и вдохов искусственной вентиляции лёгких 30:2, независимо от количества участников.

Универсальная схема оказания первой помощи на месте происшествия:

1. Если нет сознания и нет пульса на сонной артерии – приступить к реанимации.

2. Если нет сознания, но есть пульс на сонной артерии – повернуть на живот и очистить ротовую полость.

3. При артериальном кровотечении – наложить жгут.

4. При наличии ран – наложить повязки.

5. Если есть признаки переломов костей конечностей – наложить транспортные шины.

Для быстрого возврата крови к сердцу – приподнять ноги пострадавшего.

Для сохранения жизни головного мозга – приложить холод к голове.

Для удаления воздуха из желудка – повернуть пострадавшего на живот и надавить кулаками ниже пупка.

Вопросы для самостоятельной проработки:

1. Правила обработки термических ожогов без нарушения и с нарушением целостности ожоговых пузырей?
2. Что является признаком комы?
3. Что следует делать с пострадавшим в случае перелома костей конечностей?
4. Как определяется отсутствие сознания у пострадавшего?
5. Что следует делать в случаях падения работника с высоты при сохранении сознания?
6. Когда следует немедленно наложить кровоостанавливающий жгут и какое допустимое время наложения жгута на конечность?
7. Что является признаком внезапной смерти?
8. В течении, какого времени рекомендуется проводить искусственное дыхание и непрямой массаж сердца? Какова частота нажатия на грудину при непрямом массаже сердца?
9. Когда требуется немедленно нанести удар кулаком по грудине и приступить к сердечно-легочной реанимации?
10. Каков порядок освобождения пострадавшего от действия электрического тока, напряжением до 1000 В?

11. Каков порядок освобождения пострадавшего от действия электрического тока, напряжением свыше 1000 В?
12. Каков порядок оказания первой помощи от действия электрического тока, если нет сознания и нет пульса на сонной артерии?

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХРАБОТ

8.1. Меры безопасности при проведении лабораторных работ

1. Перед началом работы проверяется состояние лабораторного стенда и используемых измерительных приборов. Студент должен: осмотреть электрические провода, находящиеся в комплекте стенда, питающие кабели, пусковые кнопки и др. устройства, электроизмерительные приборы, защитные средства, убедиться в наличии заземления, в отсутствии оголенных проводов, не закрытых клеммных коробок, соединений.

2. Во время работы студент обязан регулярно производить осмотр, обслуживаемого им оборудования, рабочего места. При обнаружении неисправностей, задымления, появления постороннего запаха немедленно сообщить об этом преподавателю.

3. Выполнение работ на лабораторном стенде производить в соответствии с порядком выполнения лабораторной работы согласно методическим указаниям к выполнению лабораторных работ.

4. Выполнение необходимых изменений в лабораторном стенде (сборка электрической схемы эксперимента) производить на отключенном стенде.

5. По завершении эксперимента отключите стенд от питающей электрической сети.

8.2. Характеристика лабораторного оборудования

В лабораторных работах по электробезопасности используются лабораторные стенды производства Инженерно-производственного центра «Учебная техника» г. Челябинска.

Лабораторный стенд представляет собой комплект модулей, включающий измерительное оборудование, используемое в лабораторных работах.

Питание комплекта осуществляется от однофазной сети переменного тока промышленной частоты напряжением 220 В с нулевым и защитным проводниками.

В состав оборудования входят следующие блоки:

1. Модель человека – предназначена для моделирования сопротивления тела и обуви человека, а так же пола, на котором он стоит.

2. Устройство защитного отключения (УЗО) – предназначено для отключения однофазной электрической сети от источника питания при превышении утечки заданного значения.

3. Автоматический однополюсный выключатель – предназначен для коммутации электрических цепей.

4. Модель питающей электрической сети – предназначена для питания однофазным переменным током промышленной частоты функциональных блоков учебных лабораторных комплексов.

5. Модель электроприёмника с рабочей изоляцией – предназначена для моделирования однофазных потребителей активной мощности.

6. Модель заземлителя – предназначена для моделирования процесса стекания тока с заземлителя в землю.

7. Блок мультиметров – предназначен для измерения активного сопротивления элементов электрической цепи, токов и напряжений этой цепи.

Электрическая схема собирается из указанных выше модулей посредством проводников.

8.3. Подготовка и проведение измерений с помощью электронного мультиметра

Мультиметр используется для измерения базовых величин: напряжения, тока, омического сопротивления (рисунок 19). До его подключения к цепи необходимо выполнить следующие операции:

– установка рода тока (переменный или постоянный);

– выбор диапазона измерений соответственно ожидаемому результату;

– правильное подсоединение зажимов мультиметра к измеряемой цепи.

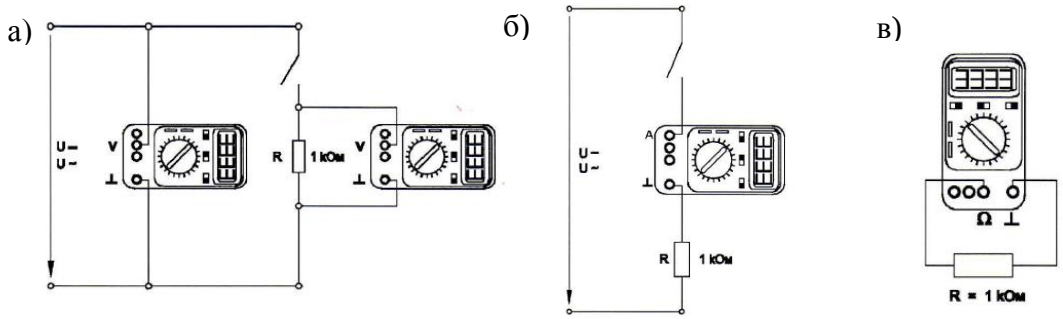


Рисунок 19 – Схемы включения мультиметра: а) как вольтметра; б) как амперметра; в) как омметра.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1
«ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА»

Цель работы: экспериментальным путем изучить степень воздействия электрического тока на организм человека от способа включения человека в электрическую цепь; оценить опасность поражения электрическим током при прямом и косвенном прикосновении к частям электрооборудования, находящихся под напряжением.

Применяемые приборы и оборудование

Работа выполняется на учебном стенде, электрическая схема которого приведена на рисунках 20 и 21. Схема включает модель человека А3, модели питающей электрической сети А1 и электроприёмника с рабочей изоляцией А2, автоматический выключатель А11. Стенд позволяет моделировать возможные случаи поражения человека электрическим током при прямом и косвенном прикосновении к частям электрооборудования, оказавшегося под напряжением. Все измерения проводятся при помощи блока мультиметров Р1.

Порядок выполнения работы

Ознакомьтесь со схемой стенда и убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Соедините аппаратуру в соответствии со схемой соединений на рисунке 20. Убедитесь, что выключатель «ПИТАНИЕ» модели Al питающей электрической сети, отключен.

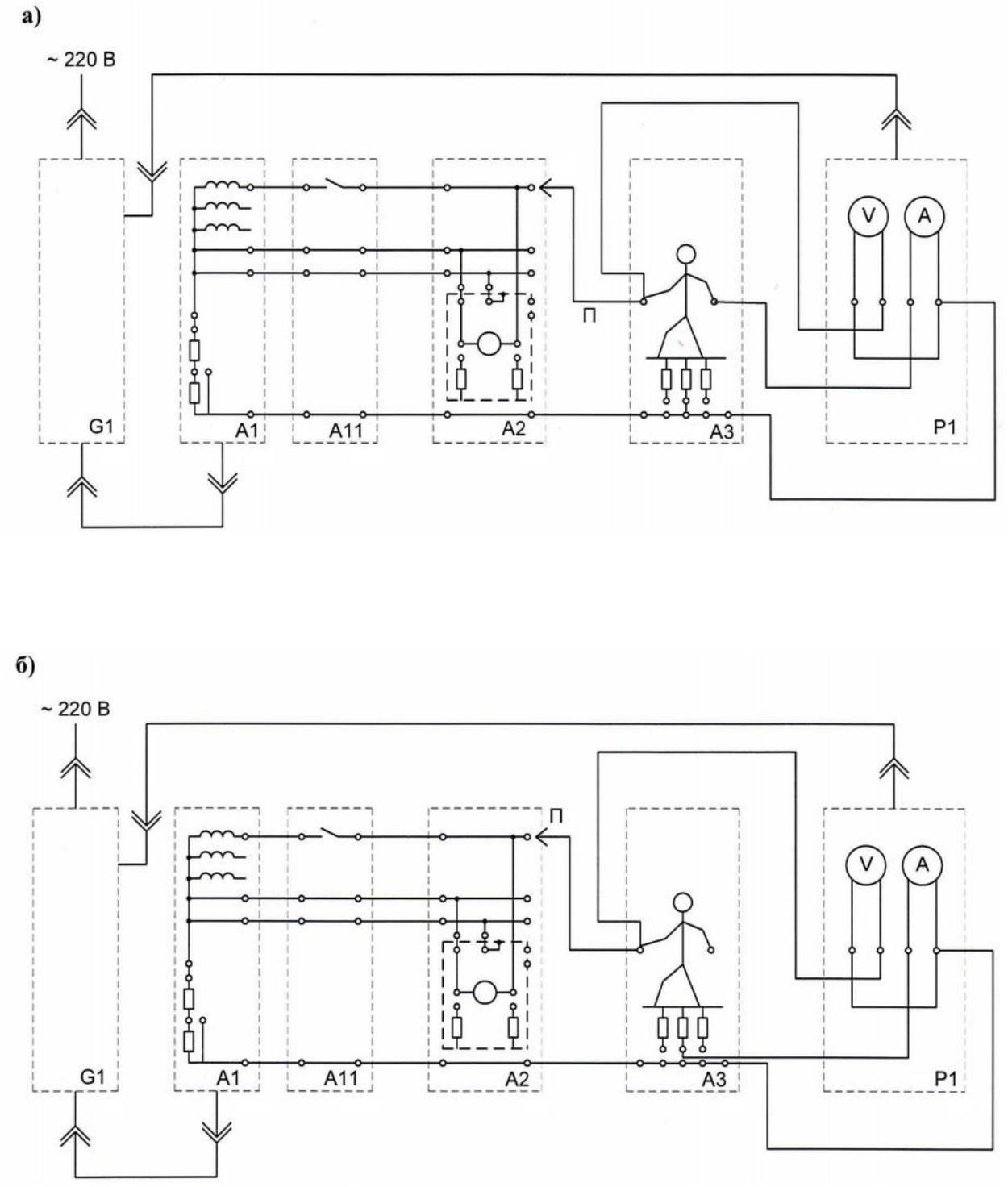
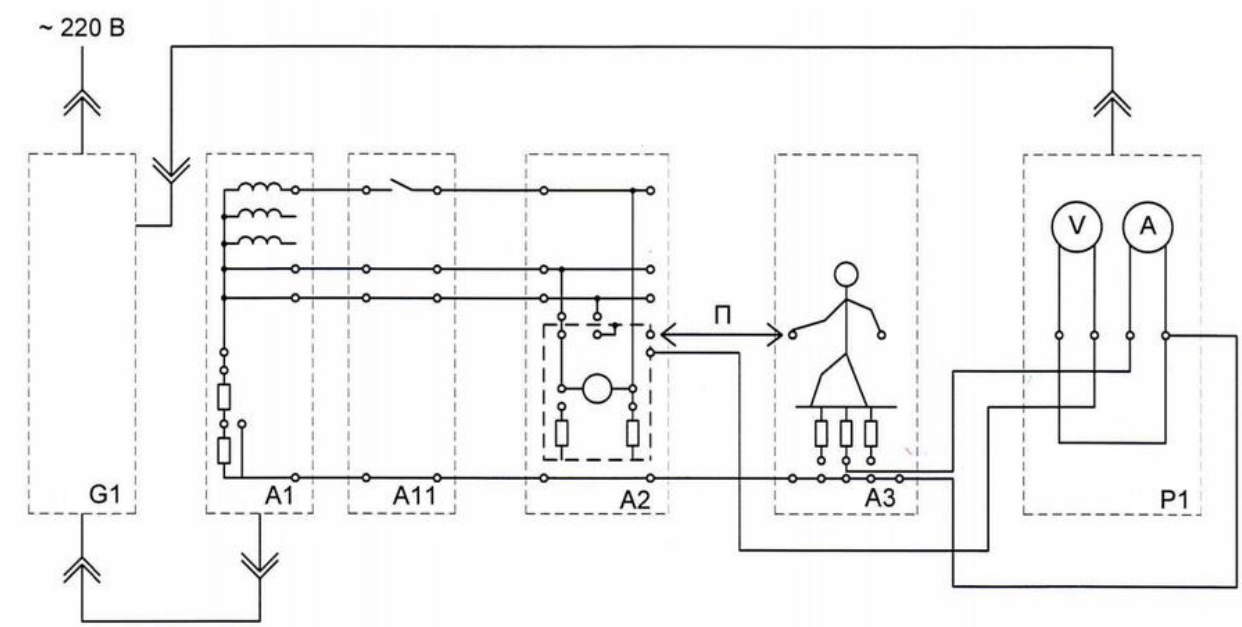


Рисунок 20 – Схема для определения силы тока, проходящего через тело человека при прямом прикосновении к частям электрооборудования, находящимся под напряжением:

а) путь тока в теле человека «рука - рука»;

б) путь тока в теле человека «рука - ноги».

а)



б)

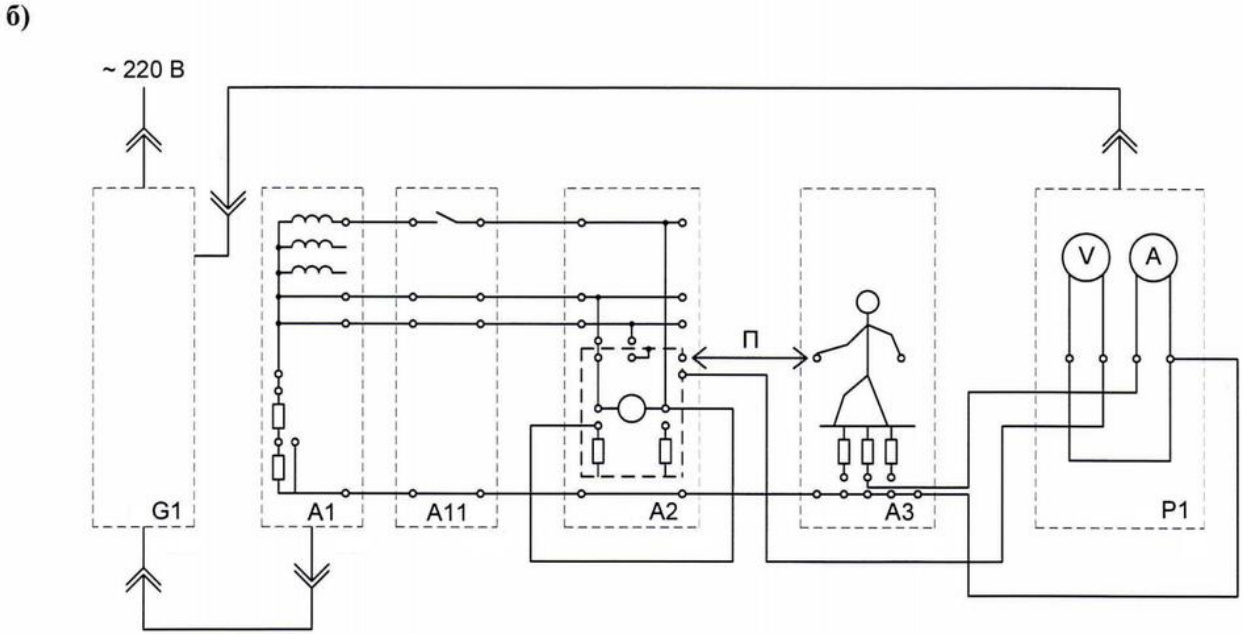


Рисунок 21 – Схема для определения силы тока, проходящего через тело человека при косвенном прикосновении к частям электрооборудования, находящимся под напряжением:
а) путь тока в теле человека «рука - рука»;
б) путь тока в теле человека «рука - ноги».

Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.

Включите выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров Pl. Активизируйте используемые мультиметры.

Включите выключатель «ПИТАНИЕ» модели Al.

Включите автоматический выключатель A11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника A2.

Смоделируйте:

а) прямое прикосновение человека к частям, находящимся под напряжением, соединением конца проводника «П», с гнездом фазы «L» электроприемника A2, как это показано на рисунке 20;

б) косвенное прикосновение человека к частям электрооборудования, находящимся под напряжением, соединением конца проводника «П», с гнездом электроприёмника A2, как это показано на рисунке 21.

С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров Pl измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения. Сравните полученные результаты с предельно допустимыми значениями и сделайте вывод об опасности поражения электрическим током.

По завершении эксперимента отключите выключатель A11 и автоматические выключатели однофазного источника питания G1, выключатели «ПИТАНИЕ» модели Al питающей электрической сети и «СЕТЬ» блока мультиметров Pl.

Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию тока с ног человека в землю.

Результаты измерений занесите в таблицы 6 и 7.

Таблица 6 - Результаты экспериментам при прохождении тока через организм человека по пути «рука – рука».

	Прямое прикосновение		Косвенное прикосновение	
	U, В	I, А	U, В	I, А
1 кОм				
10 кОм				
100 кОм				

Таблица 7 - Результаты экспериментам при прохождении тока через организм человека по пути «рука – нога».

	Прямое прикосновение		Косвенное прикосновение	
	U, В	I, А	U, В	I, А
1 кОм				
10 кОм				
100 кОм				

Контрольные вопросы

1. Какое воздействие оказывает электрический ток на тело человека?
2. Что такое прямое прикосновение?
3. Что такое косвенное прикосновение?
4. Что такое напряжение шага?
5. Что такое напряжение прикосновения?
6. Какие факторы влияют на исход поражения электрическим током?
7. Перечислите пороговые значения тока.
8. От каких факторов зависит сопротивление тела человека?
9. Как влияют продолжительность воздействия электрического тока на сопротивление тела человека?
10. Как влияет частота тока на сопротивление тела человека?
11. Какие «петли тока» наиболее опасны для человека?
12. Как классифицируются помещения в отношении опасности поражения человека электрическим током?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 «МЕРЫ ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ»

Цель работы: познакомиться со средствами и способами защиты людей от поражения электрическим током; изучить принцип действия защитных мер.

Применяемые приборы и оборудование

Работа выполняется на учебном стенде, электрическая схема которого приведена на рисунках 22 – 25. Схема включает модель человека А3, модели питающей электрической сети А1, электроприёмника с рабочей изоляцией А2, участка электрической сети А7 и заземлителя А8; устройство защитного отключения А5, автоматический однополюсный выключатель А11. Стенд позволяет моделировать технические способы защиты человека от поражения электрическим током при повреждении изоляции электроприёмников; при прямом и косвенном прикосновении к частям электроустановки, находящимся под напряжением. Все измерения проводятся при помощи блока мультиметров Р1.

Порядок выполнения работы

Ознакомьтесь со схемой и убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Соедините аппаратуру в соответствии со схемой соединений рисунки 22 – 25. Убедитесь, что выключатель «ПИТАНИЕ» модели Al питающей электрической сети, отключен.

Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.

Включите выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров Pl, если приборы используются в эксперименте. Активизируйте используемые мультиметры.

Включите выключатель «ПИТАНИЕ» модели Al.

Включите автоматический выключатель All. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника А2.

Смоделируйте:

1) Нарушение изоляции электроприёмника А2 соединением конца проводника «П» с гнездом, как показано на рисунке 22 и изучите действие устройства автоматического отключения. Сделайте вывод об эффективности работы автоматического выключателя при сверхтоках.

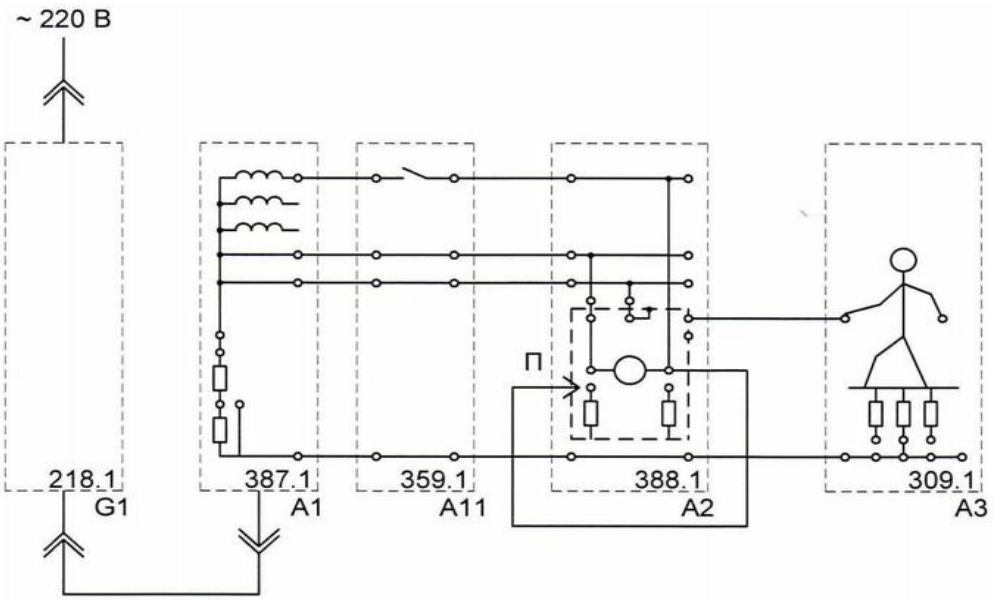


Рисунок 22 – Схема для выявления защитного действия устройства автоматического отключения питания при сверхтоках.

2) Повреждение изоляции электроприёмника А2 соединением конца проводника с гнездом, как показано на рисунках 23 (а, б) и изучите действие защитного заземления.

Можно варьировать вид обуви человека, тип пола и сопротивление заземлителя.

С помощью амперметра и вольтметра измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения. Сопоставьте измеренные значения токов и напряжений и сделайте вывод о действии защитного заземления.

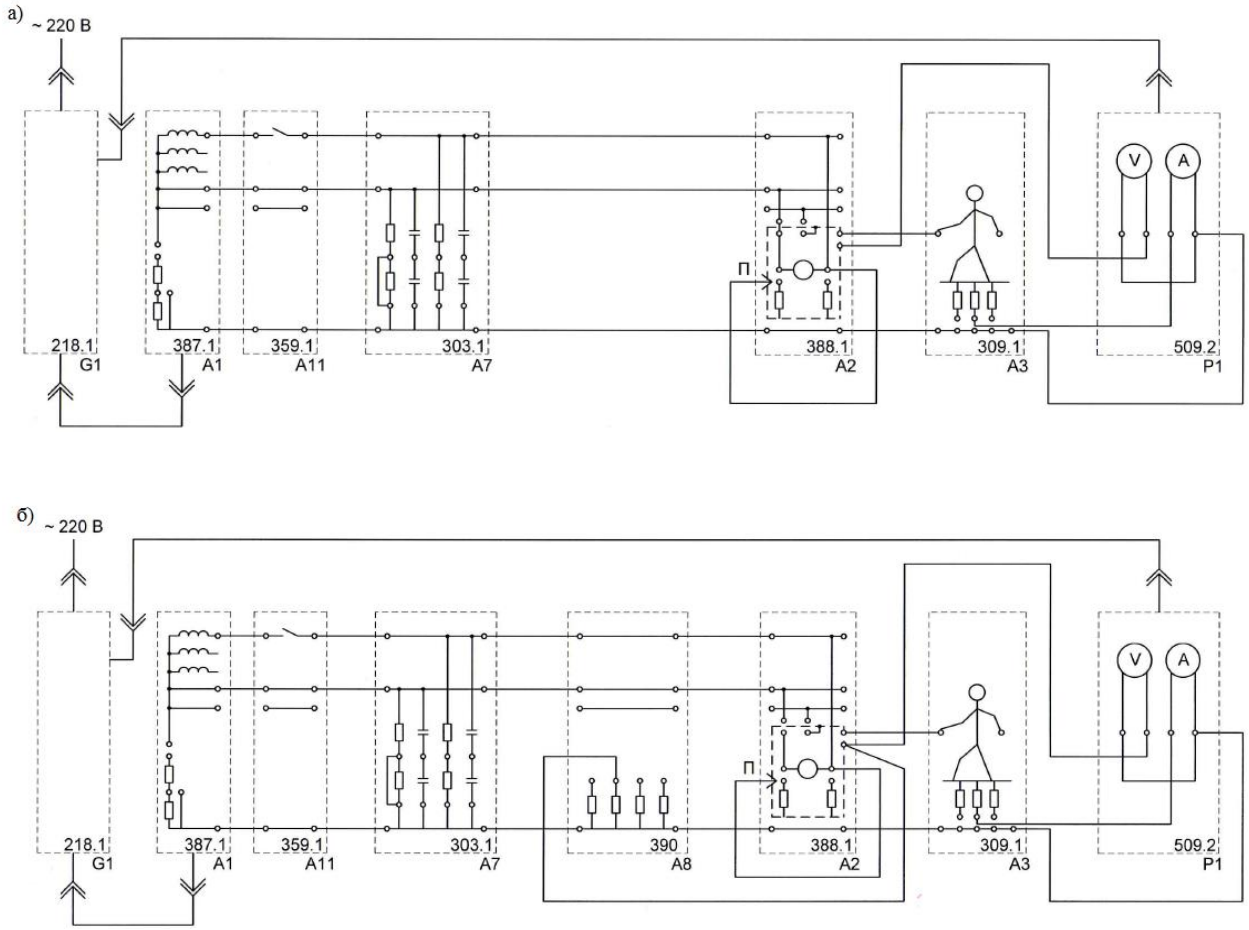


Рисунок 23 – Схема действия защитного заземления:
а) без защитного заземления;
б) с защитным заземлением.

3) Прямое прикосновение человека к частям электрооборудования, находящимся под напряжением, втыканием конца проводника «П», в гнездо «L» электроприёмника А2, как это показано на рисунках 25 (а, б). Проанализируйте эффективность действия устройства защитного отключения (УЗО) и сделайте вывод.

По завершении эксперимента отключите выключатель A11 и автоматические выключатели однофазного источника питания G1, выключатели «ПИТАНИЕ» модели A1 питающей электрической сети и «СЕТЬ» блока мультиметров P1.

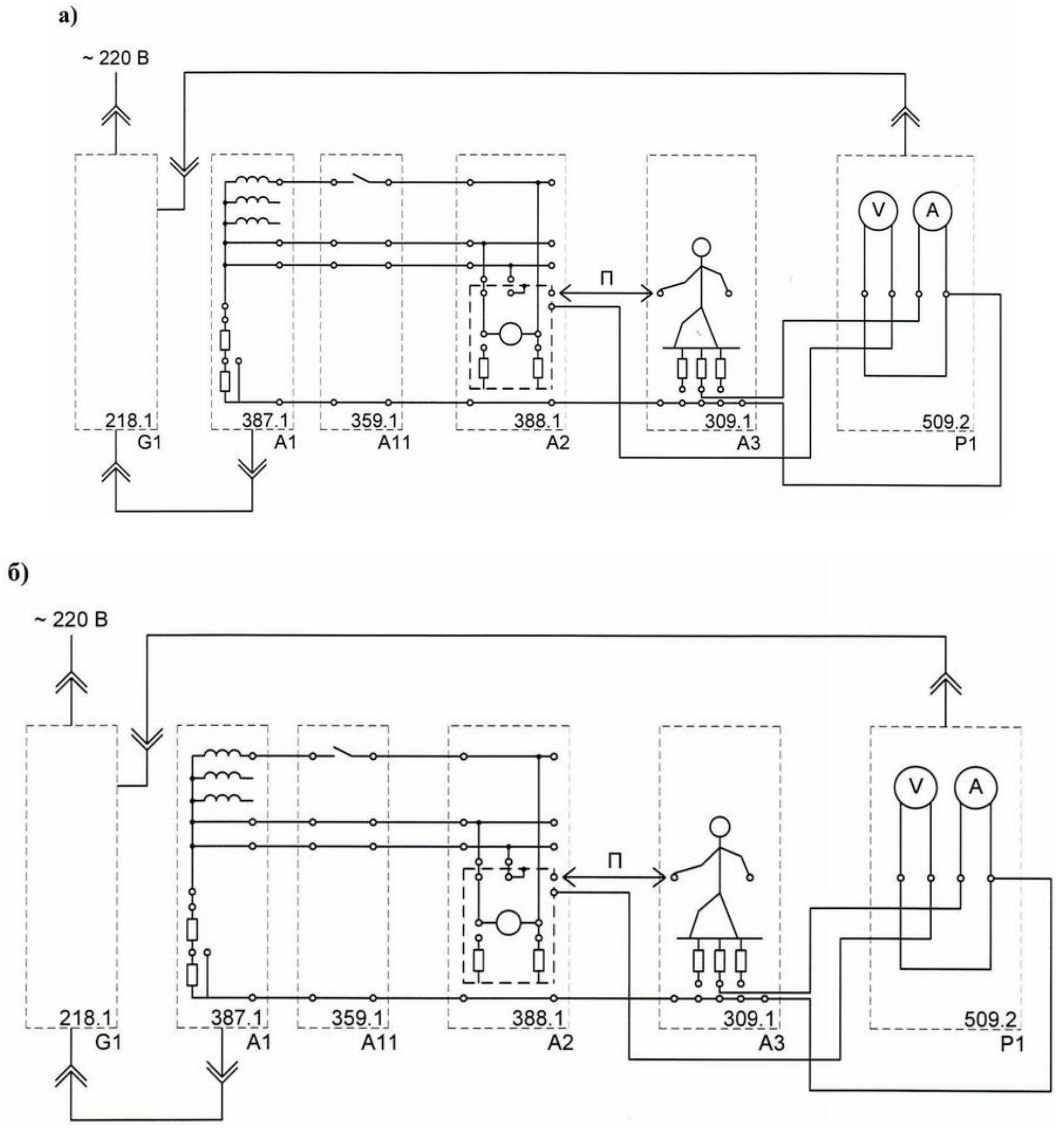


Рисунок 24 – Схема выявления защитного действия зануления:
а) без зануления электроприёмника;
б) с занулением электроприёмника.

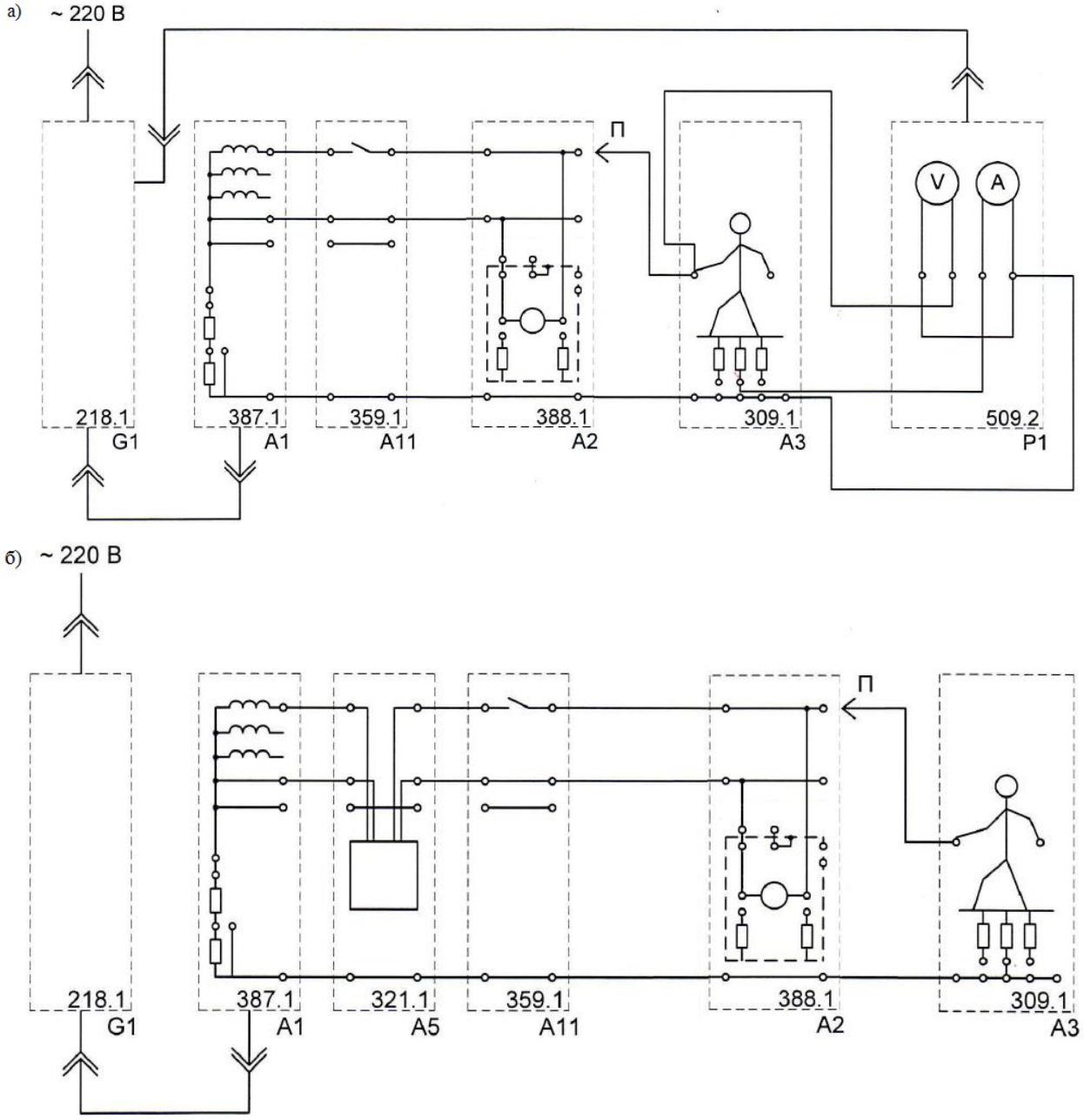


Рисунок 25 – Схема для выявления действия устройства защитного отключения: а) без УЗО; б) с УЗО.

Контрольные вопросы

1. С какой целью выполняют заземление электроустановок?
2. Какой принцип действия зануления?
3. В чём отличие защитного заземления и зануления?
4. Перечислите меры защиты от поражения электрическим током при прямом прикосновении.
5. Перечислите меры защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении?
6. В чём различие между автоматическими выключателями и устройствами защитного отключения?
7. Что такое дифференциальный ток?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 «ЗАЩИТА ЧЕЛОВЕКА ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ ДО 1 кВ С РАЗНЫМИ СИСТЕМАМИ ЗАЗЕМЛЕНИЯ»

Цель работы: экспериментальным путём изучить эффективность работы защитных устройств от поражения электрическим током при аварийных ситуациях, возникающих при эксплуатации электроустановок.

Применяемые приборы и оборудование

Работа выполняется на учебном стенде, электрическая схема которого приведена на рисунках 26 – 43. Схема включает модель человека А3, модель питающей электрической сети А1, электроприёмник с рабочей изоляцией А2, два заземлителя А8 и А12; устройство защитного отключения А5, автоматический однополюсный выключатель А11. Стенд позволяет моделировать способы защиты человека от поражения электрическим током в электроустановках с различными системами заземления. Все измерения проводятся при помощи блока мультиметров Р1.

Порядок выполнения работы

Ознакомьтесь со схемой и убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Соедините аппаратуру в соответствии со схемой соединений рисунки 15 -. Убедитесь, что выключатель «ПИТАНИЕ» модели Al питающей электрической сети, отключен.

Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.

Включите выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров Pl, если приборы используются в эксперименте. Активизируйте используемые мультиметры.

Включите выключатель «ПИТАНИЕ» модели Al.

Включите автоматический выключатель А11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника А2.

Последовательно проведите следующие эксперименты.

1) Изучите работу защиты от поражения электрическим током в электроустановках с системой заземления TN-C при заземленных корпусах электроприёмников.

а) Соберите электрическую схему согласно рисунку 26. Экспериментальным путём определите целесообразность (нецелесообразность) применения УЗО в электроустановках с системой заземления TN-C. Сделайте вывод.

б) Соедините блоки в соответствии со схемой на рисунке 27. Измерьте напряжение прикосновения и ток через тело человека при прямом прикосновении.

в) Смоделируйте повреждение основной изоляции электроприёмника класса I в соответствии со схемой на рисунке 28 путём соединения перемычек П1 и П2 с гнездами электроприёмника А2. С помощью амперметра и вольтметра измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения. По величине тока судите о наличии или отсутствии защиты при повреждении основной изоляции электроприёмника. Сделайте вывод.

г) Смоделируйте повреждение основной изоляции электроприёмника класса I в соответствии со схемой на рисунке 29 путём соединения конца проводника «П» в гнездо электроприёмника А2. Оцените степень защиты. Сделайте вывод.

2) Изучите работу защиты от поражения электрическим током в электроустановках с системой заземления TN-C при незаземлённых корпусах электроприёмников. Соберите электрическую схему. Выявите работу устройства защитного отключения при:

а) моделировании прямого прикосновения человека к частям, находящимся под напряжением, путём втыкания конца проводника «П» в гнездо фазы «L» электроприёмника А2 (рисунок 30).

б) моделировании повреждения основной изоляции электроприёмника класса I, путём соединения перемычек П1 и П2 с гнездами электроприёмника А2 (рисунок 31).

в) моделировании повреждения основной изоляции электроприёмника класса I, путём втыкания конца проводника «П» в гнездо электроприёмника А2 (рисунок 32).

Оцените степень защиты. Сделайте выводы.

3) Изучите работу защиты от поражения электрическим током в электроустановках до 1 кВ с системами заземления TN-S и TN-C-S.

а) Смоделируйте прямое прикосновение человека к частям, находящимся под напряжением, путём соединения конца проводника «П» с гнездом фазы «L» электроприёмника А2 (рисунки 33, 34).

б) Смоделируйте повреждения основной изоляции электроприёмника путём соединения перемычек П1 или П2 с гнездами электроприёмника А2 (рисунки 35, 36).

в) Смоделируйте повреждение основной изоляции электроприёмника класса I, путём втыкания конца проводника «П» в гнездо электроприёмника А2 (рисунки 37, 38).

г) Выявите работу УЗО при ошибочном присоединении нулевых защитного и рабочего проводников (рисунки 39, 40).

По завершении экспериментов сравните результаты и сделайте вывод о надёжности работы УЗО в электроприёмниках с системами заземления TN-S и TN-C-S.

4) Изучите работу защиты от поражения электрическим током в электроустановках с системой заземления ТТ.

а) Смоделируйте прямое прикосновение человека к частям, находящимся под напряжением, путём соединения конца проводника «П» с гнездом фазы «L» электроприёмника А2 (рисунок 41).

б) Смоделируйте повреждения основной изоляции электроприёмника путём втыкания перемычек П1 или П2 в гнезда электроприёмника А2 (рисунок 42).

в) Смоделируйте повреждение основной изоляции электроприёмника класса I, путём соединения конца проводника «П» с гнездом электроприёмника А2 (рисунки 43).

По завершении экспериментов сделайте вывод о надёжности защиты в электроустановках с системой заземления ТТ.

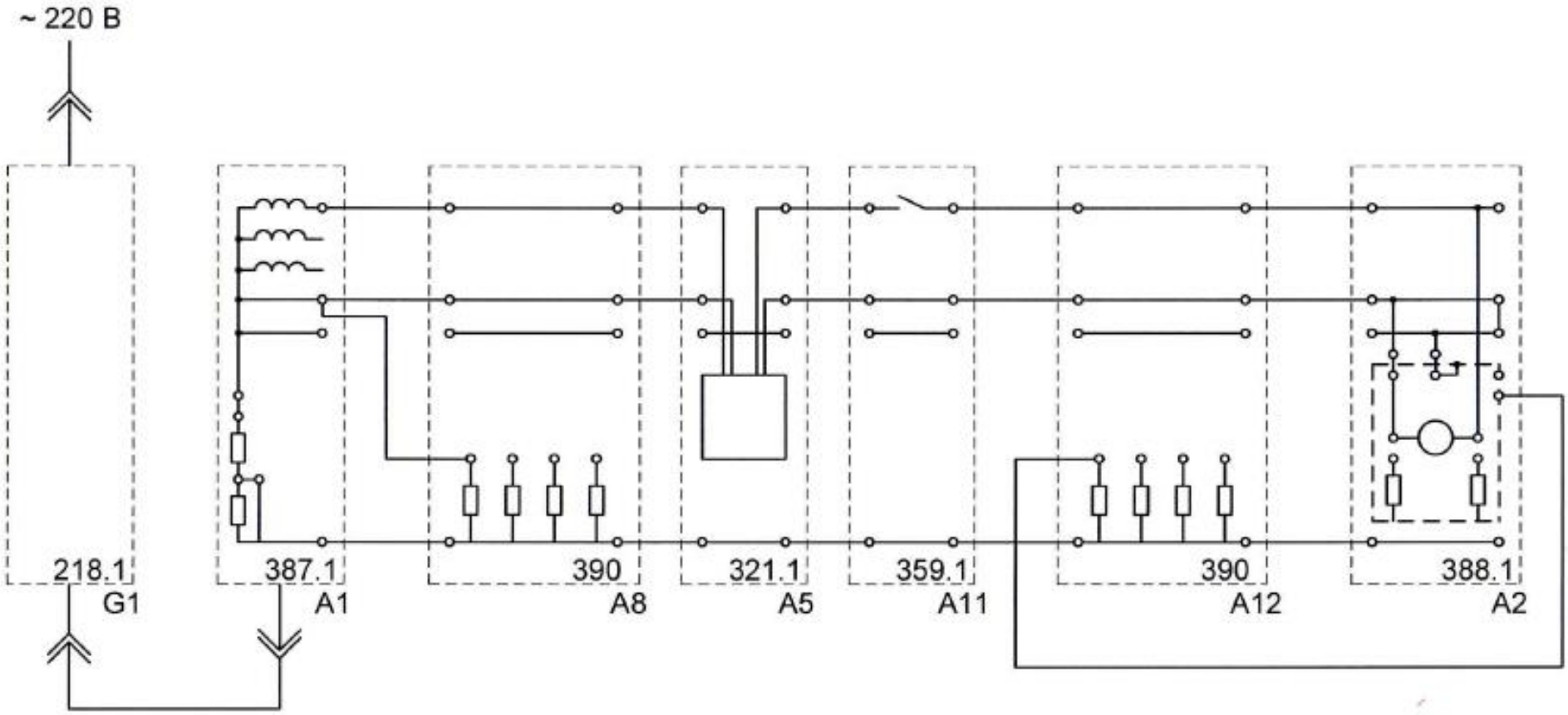


Рисунок 26 – Схема для подтверждения нецелесообразности применения УЗО в электроустановках с системой заземления TN-C.

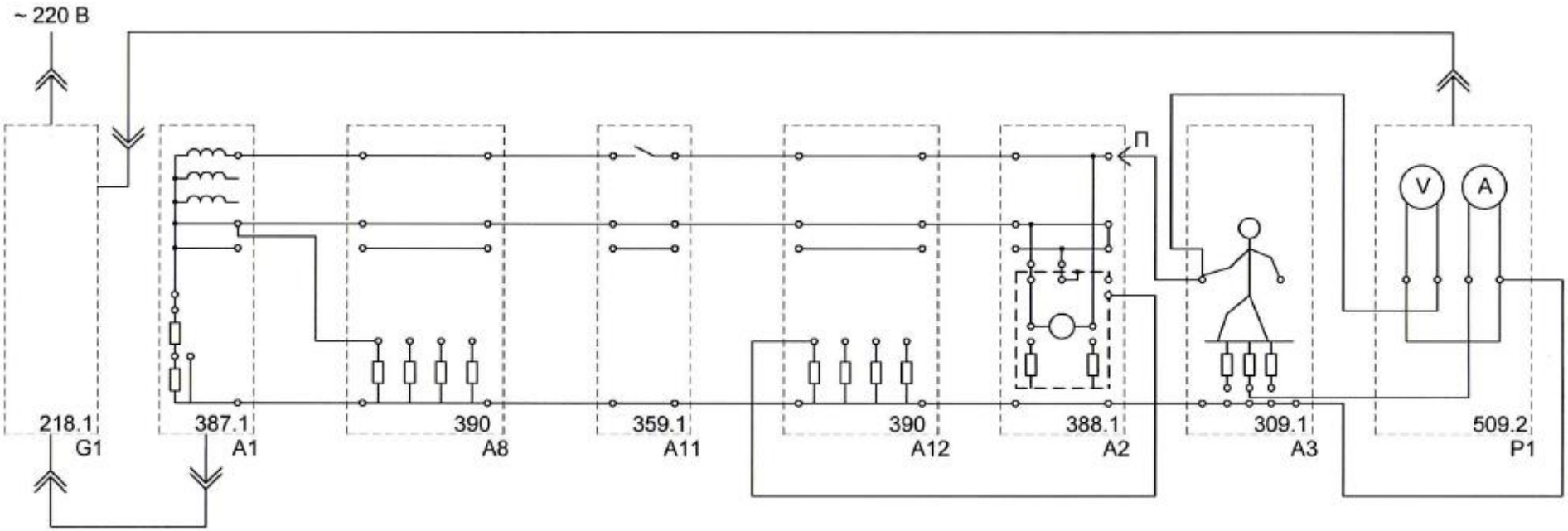


Рисунок 27 – Схема для подтверждения отсутствия защиты при прямом прикосновении человека к частям, находящимся под напряжением в электроустановках с системой заземления TN-C.

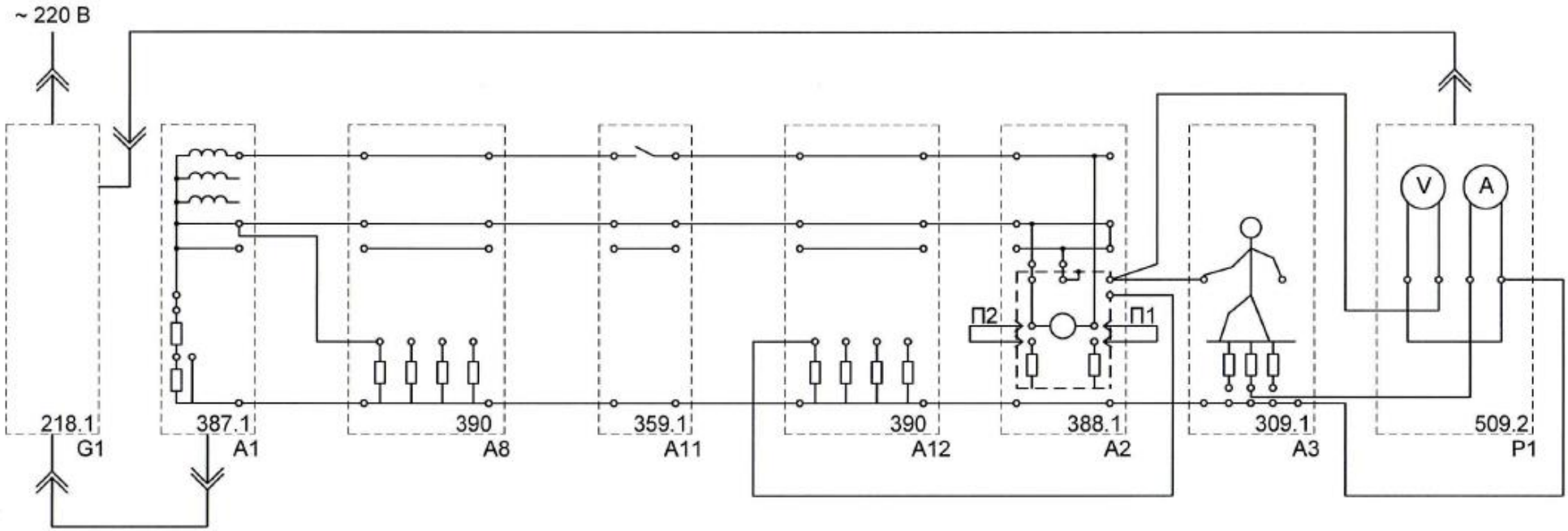


Рисунок 28– Схема моделирования работы защиты при повреждении рабочей изоляции электроприёмника класса I в электроустановках с системой заземления TN-C (уменьшение сопротивления изоляции фазы до 15 кОм или – нулевого провода до 10 Ом).

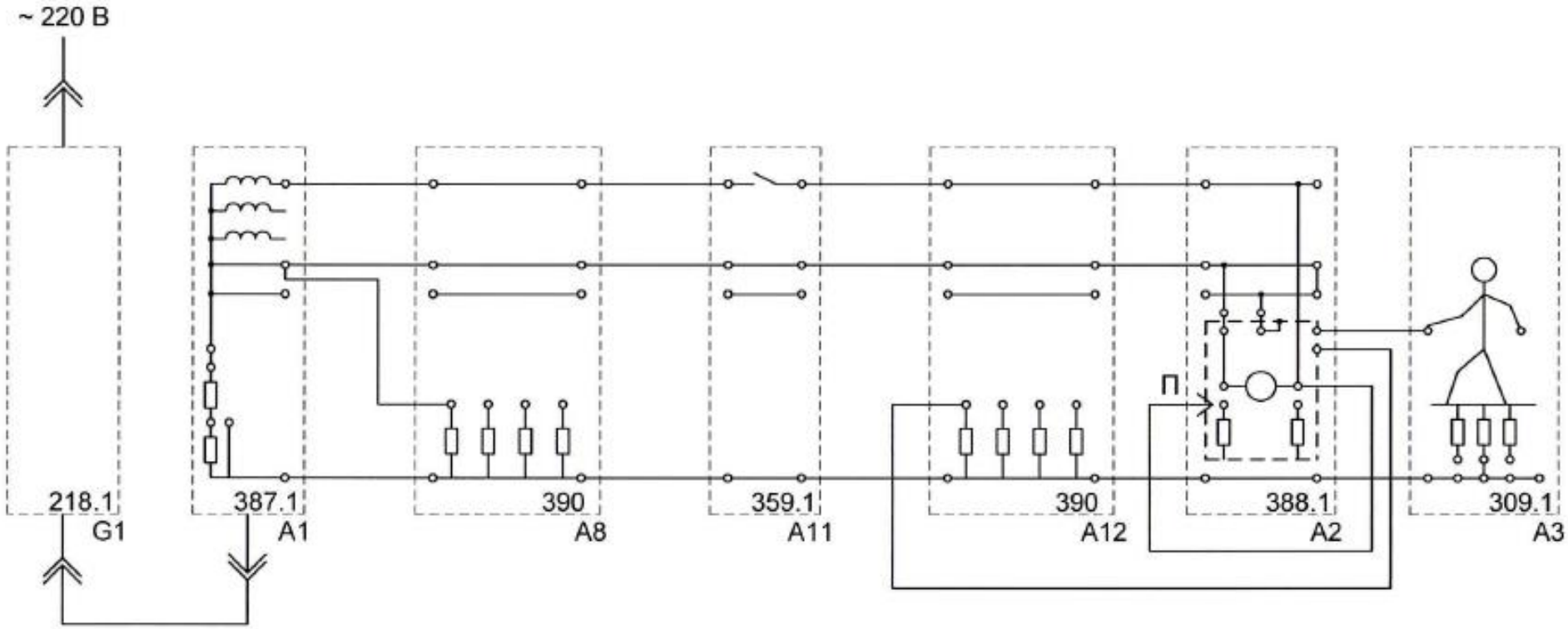


Рисунок 29 – Схема моделирования работы защиты при повреждении рабочей изоляции электроприёмника класса I в электроустановках с системой заземления TN-C (уменьшение сопротивления изоляции фазы до 10).

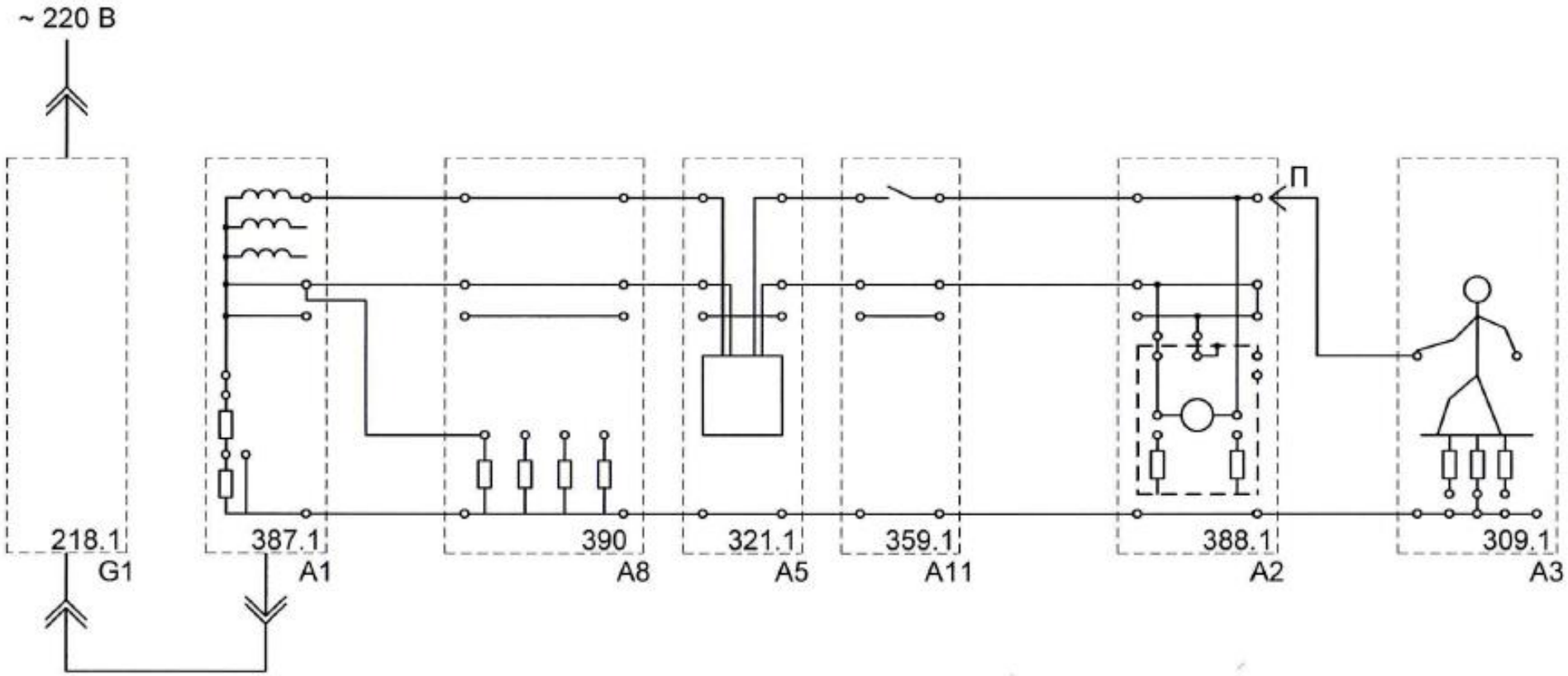


Рисунок 30 – Схема для выявления действия защиты при прямом прикосновении человека к частям, находящимся под напряжением в электроустановках с системой заземления TN-C.

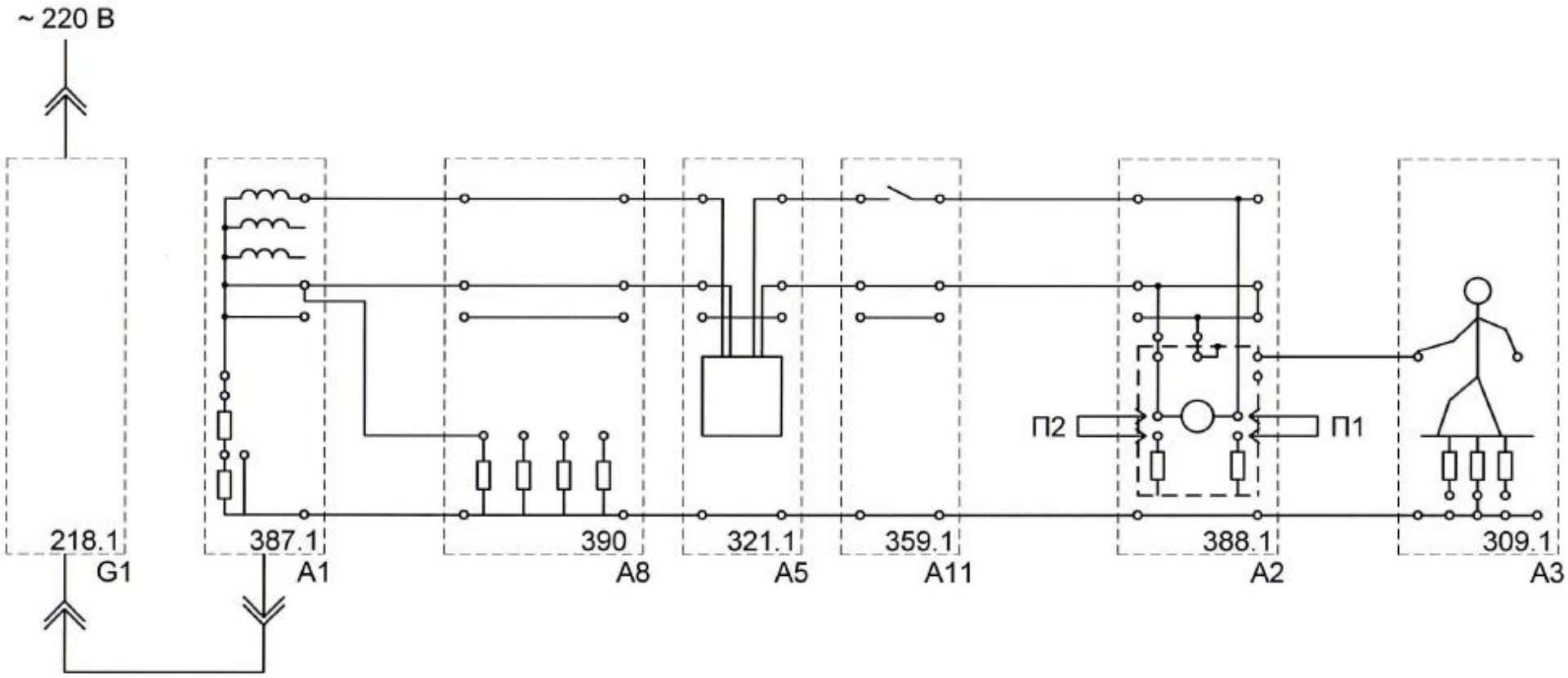


Рисунок 31 – Схема моделирования работы защиты при повреждении рабочей изоляции электроприёмника класса I в электроустановках с системой заземления TN-C (уменьшение сопротивления изоляции фазы до 15 кОм или – нулевого провода до 10 Ом)

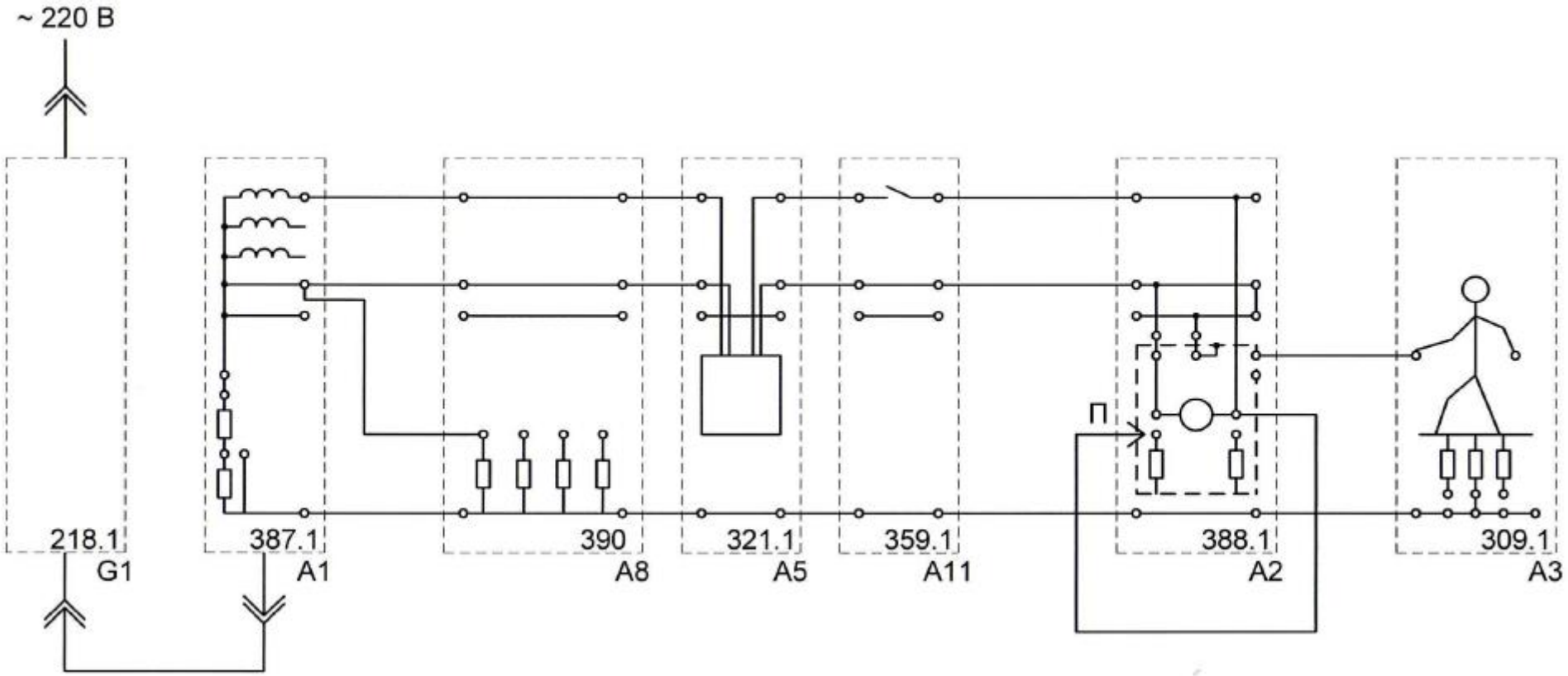


Рисунок 32 – Схема моделирования работы защиты при повреждении рабочей изоляции электроприёмника класса I в электроустановках с системой заземления TN-C (уменьшение сопротивления изоляции фазы до 15 кОм или – нулевого провода до 10 Ом)

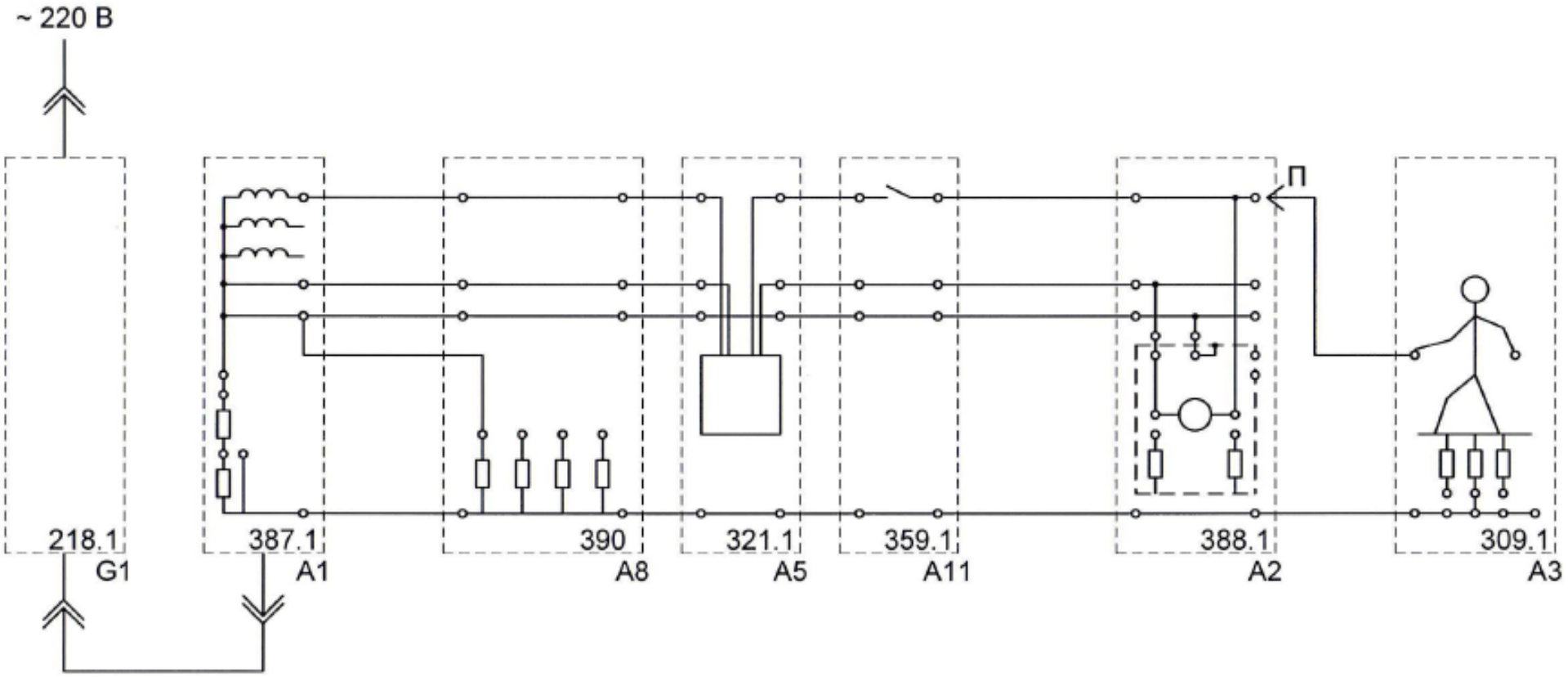


Рисунок 33 – Схема для выявления действия защиты при прямом прикосновении человека к частям, находящимся под напряжением в электроустановках до 1 кВ с системой заземления TN-S

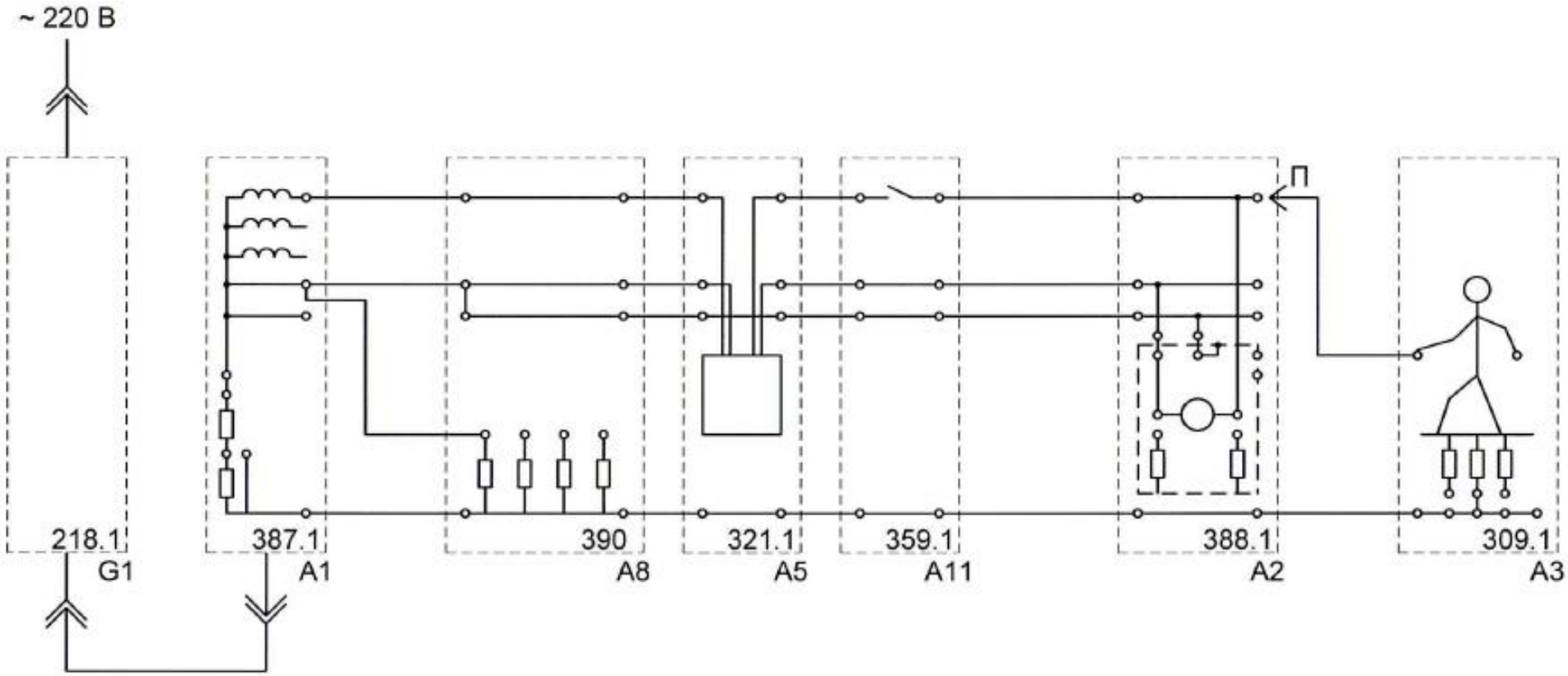


Рисунок 34 – Схема для выявления действия защиты при прямом прикосновении человека к частям, находящимся под напряжением в электроустановках до 1 кВ с системой заземления TN-C-S

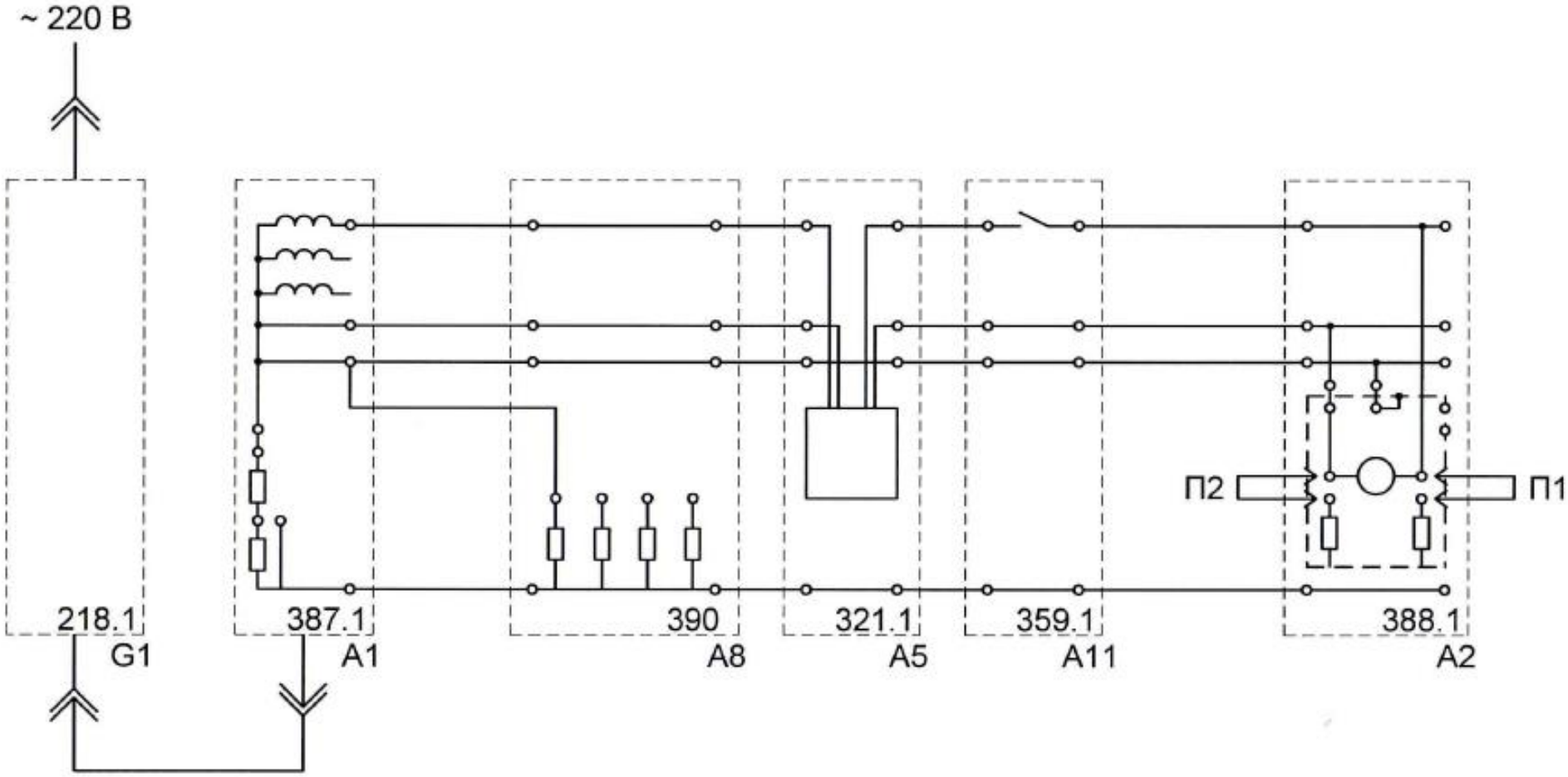


Рисунок 35 – Схема для выявления действия защиты при повреждении рабочей изоляции электроприёмника класса I в электроустановках до 1000 В с системой заземления TN-S

(уменьшение сопротивления изоляции фазы до 15 кОм или – нулевого провода до 10 Ом)

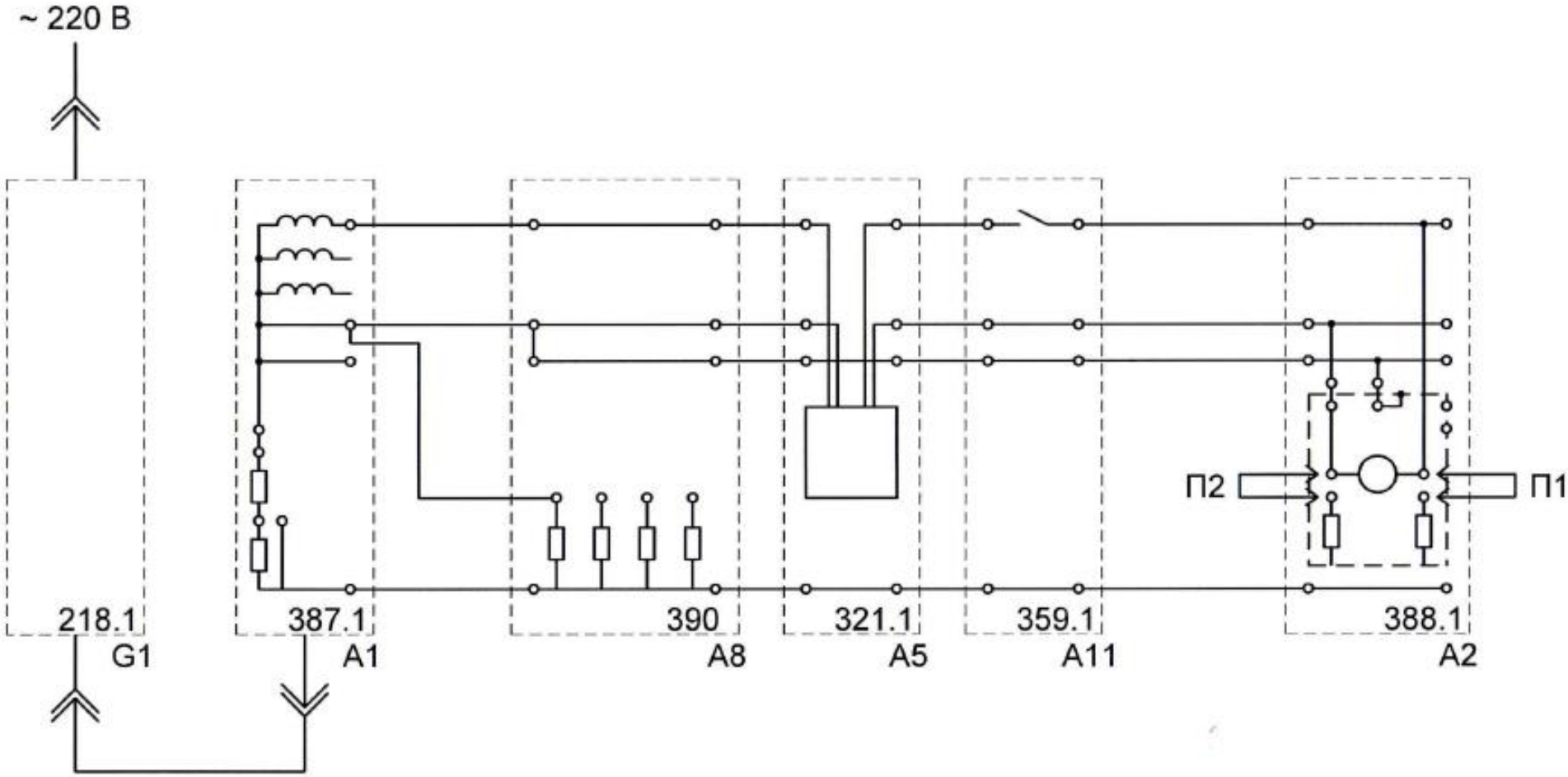


Рисунок 36 – Схема для выявления действия защиты при повреждении рабочей изоляции электроприёмника класса I в электроустановках до 1000 В с системой заземления TN-C-S (уменьшение сопротивления изоляции фазы до 15 кОм или – нулевого провода до 10 Ом)

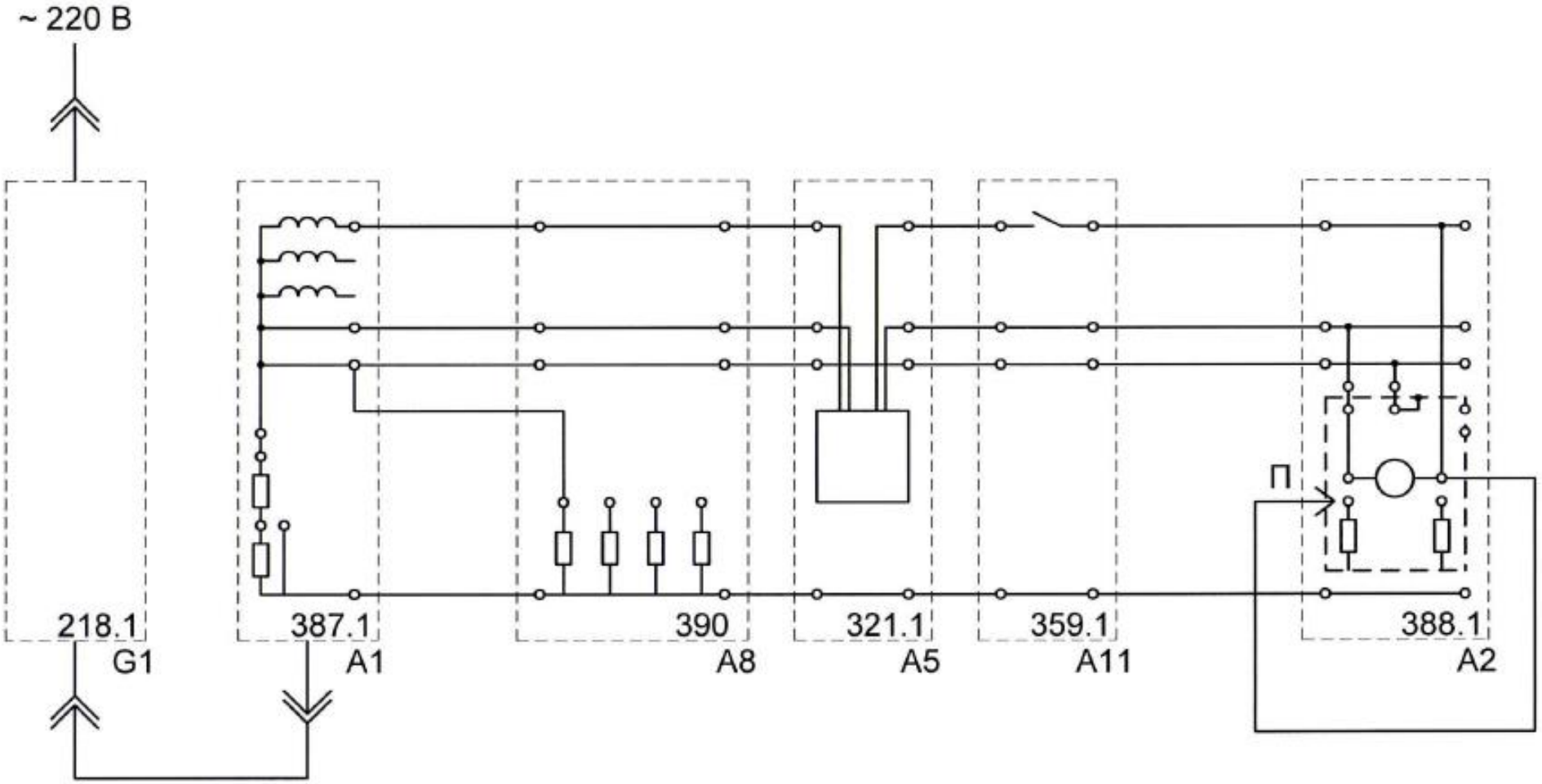


Рисунок 37 – Схема для выявления действия защиты при повреждении рабочей изоляции электроприёмника класса I в электроустановках до 1000 В с системой заземления TN- S (снижение сопротивления изоляции фазы до 10 кОм)

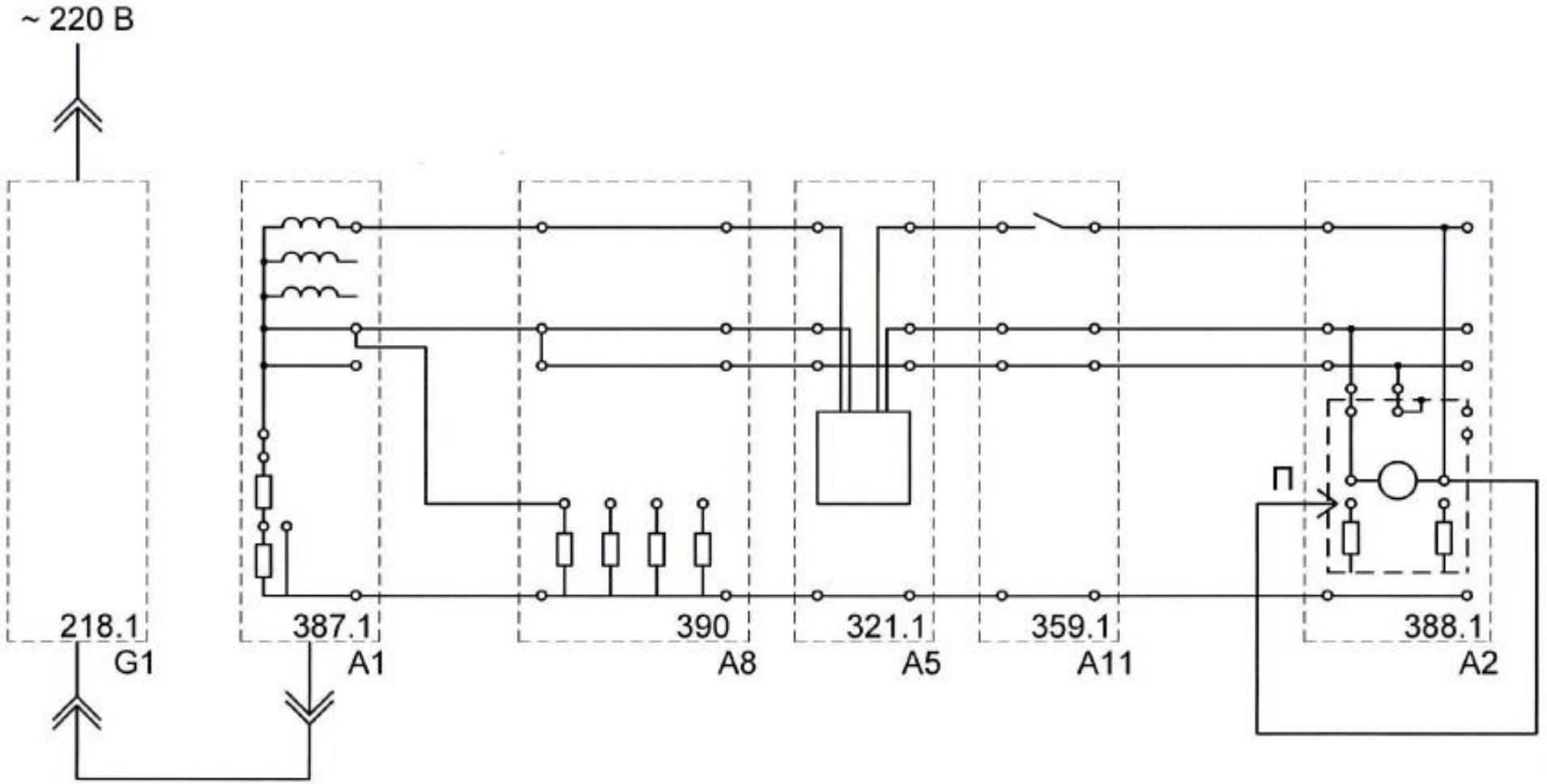


Рисунок 38 – Схема для выявления действия защиты при повреждении рабочей изоляции электроприёмника класса I в электроустановках до 1000 В с системой заземления TN-C-S (снижение сопротивления изоляции фазы до 10 кОм)

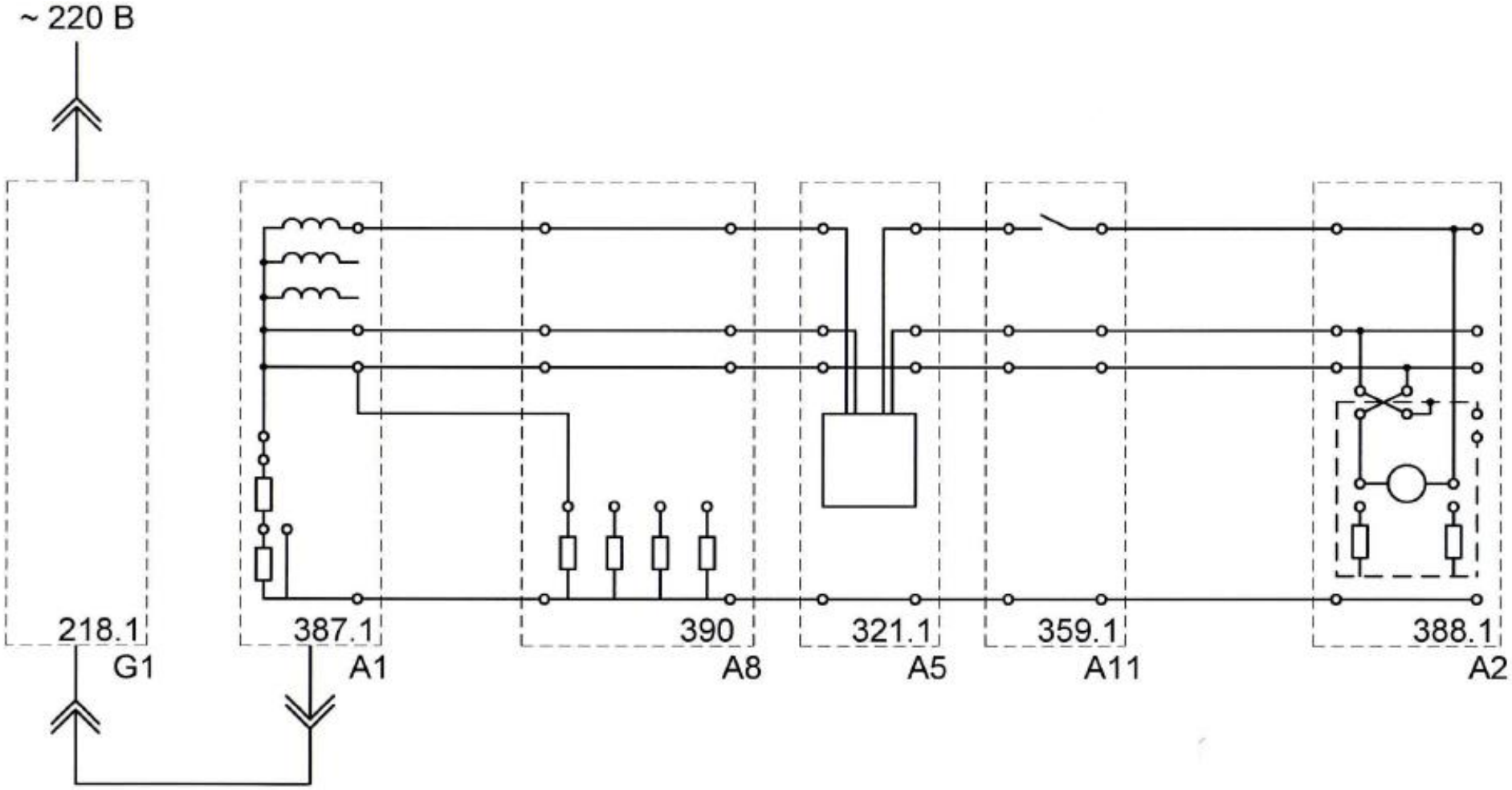


Рисунок 39 – Схема для выявления действия защиты при ошибочном присоединении нулевых рабочего и защитного проводников в электроустановках до 1000 В с системой заземления TN-S

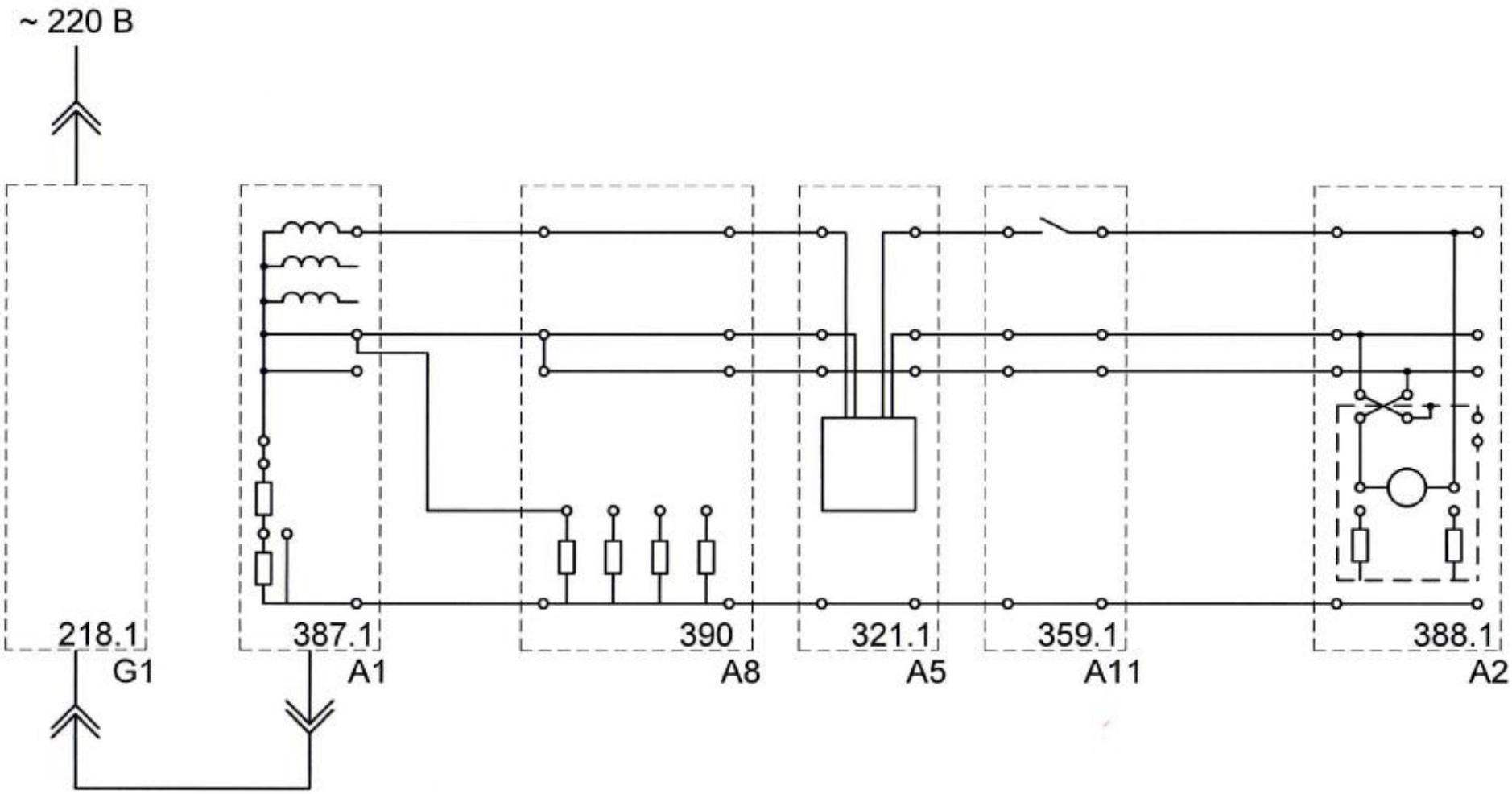


Рисунок 40 – Схема для выявления действия защиты при ошибочном присоединении нулевых рабочего и защитного проводников в электроустановках до 1000 В с системой заземления TN-C-S

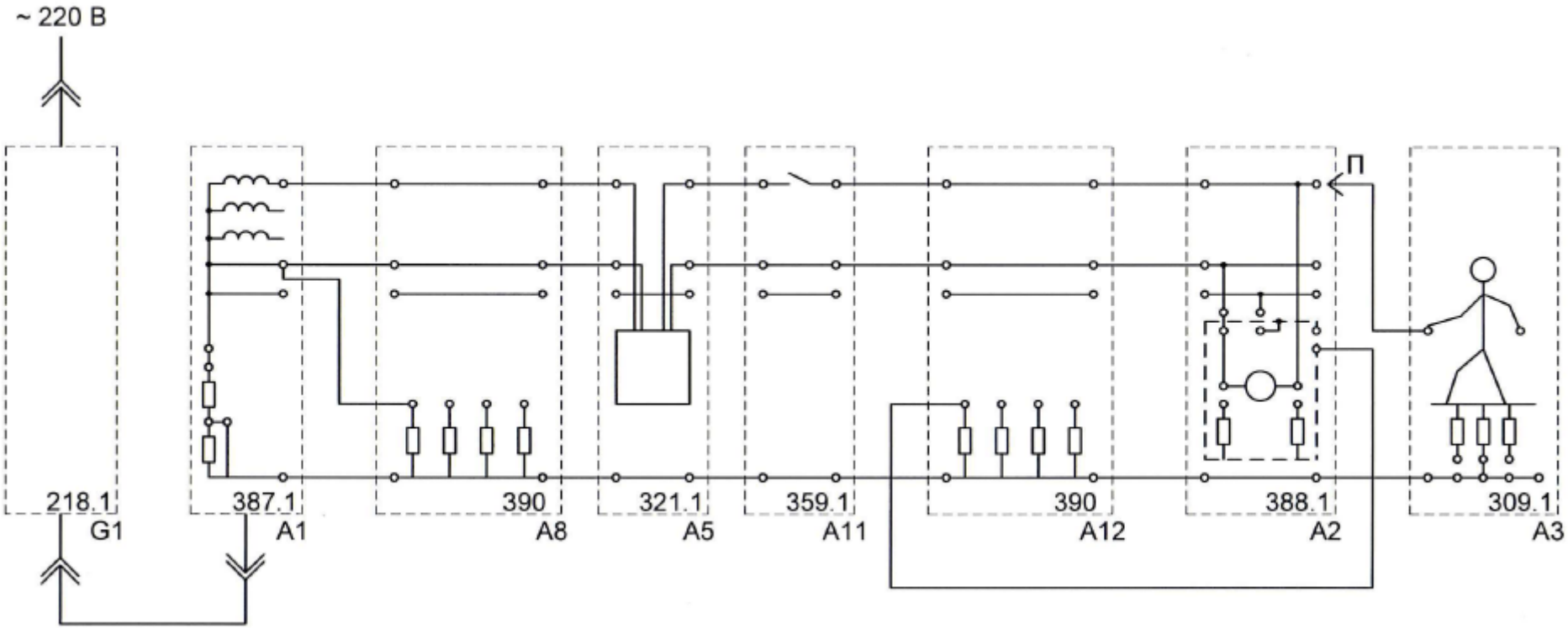


Рисунок 41 – Схема для выявления действия защиты при прямом прикосновении человека к частям, находящимся под напряжением в электроустановках с системой заземления ТТ.

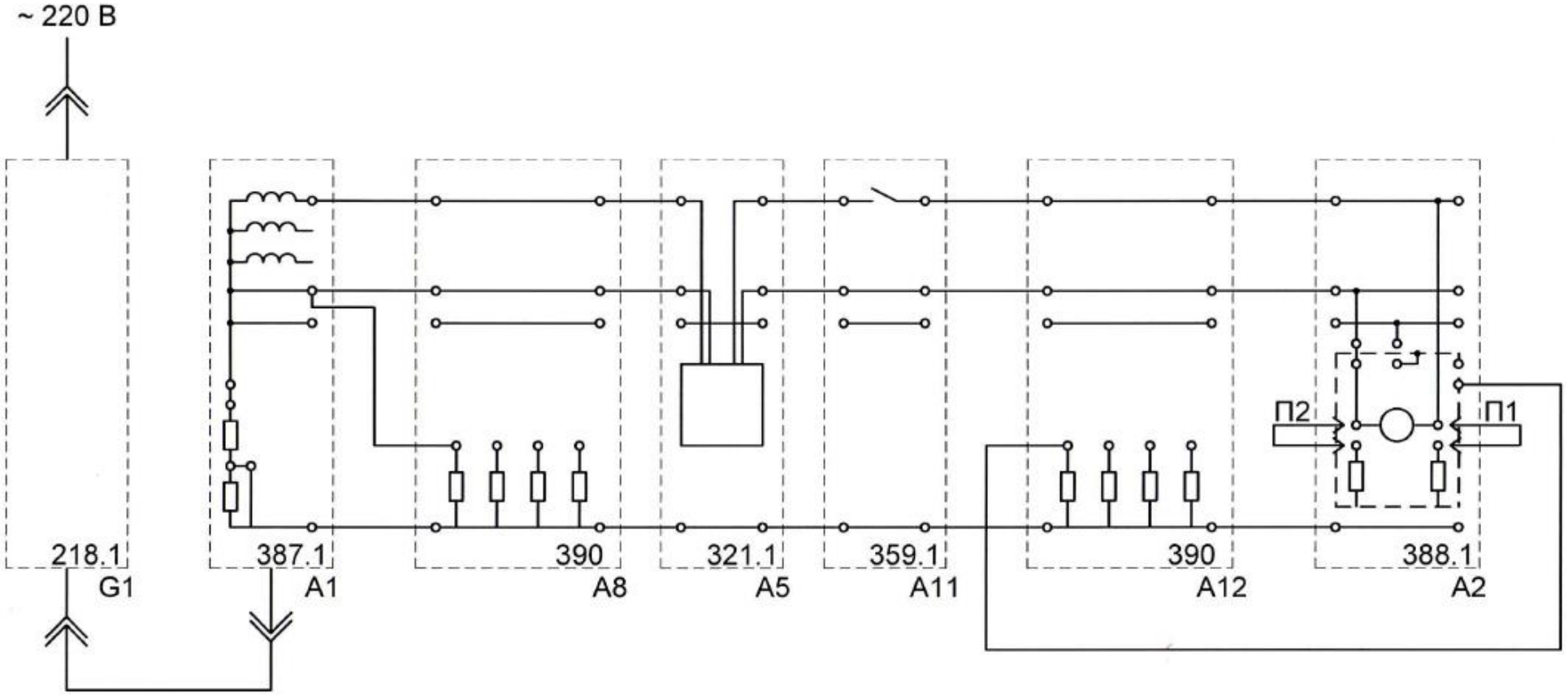


Рисунок 42 – Схема для выявления действия защиты при повреждении рабочей изоляции электроприёмника класса I в электроустановках до 1000 В с системой заземления ТТ

(уменьшение сопротивления изоляции фазы до 15 кОм или – нулевого провода до 10 Ом)

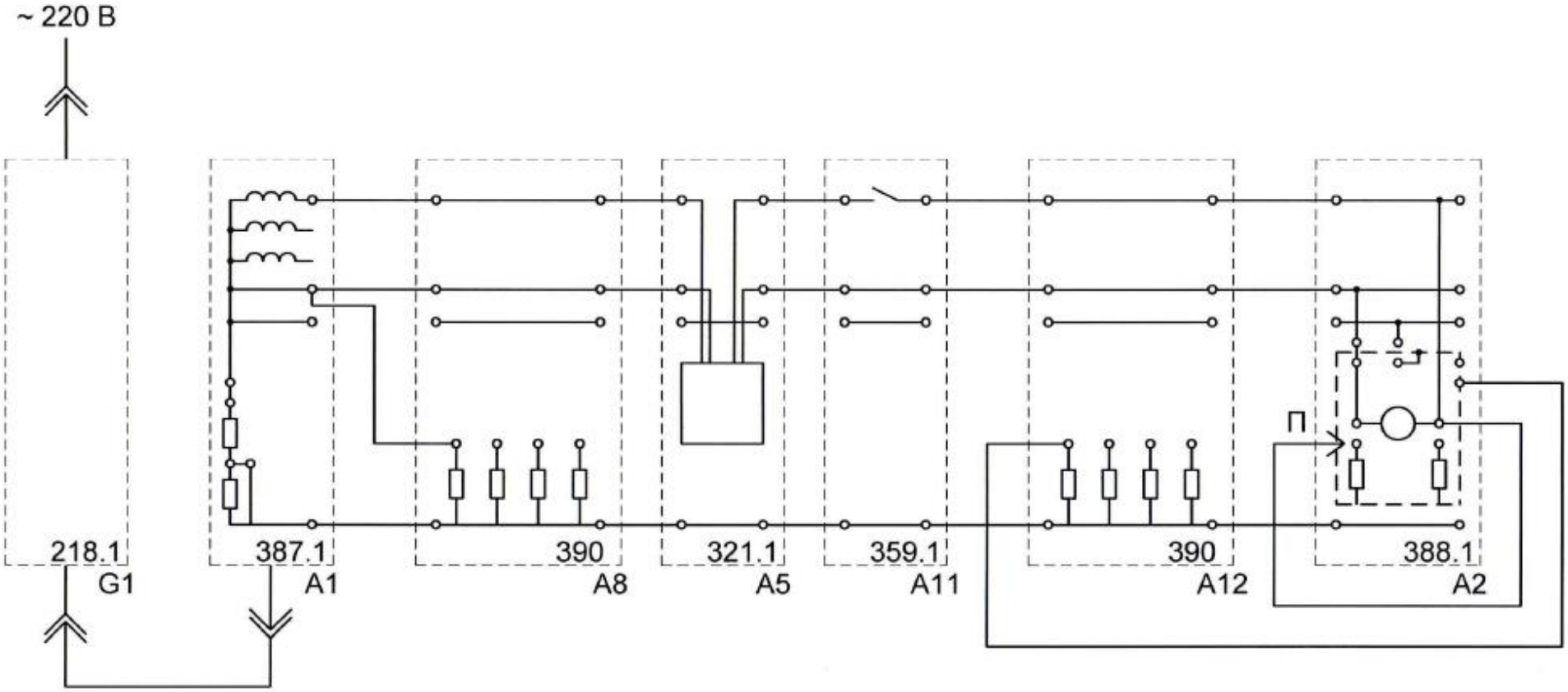


Рисунок 43 – Схема для выявления действия защиты при повреждении рабочей изоляции электроприёмника класса I в электроустановках до 1000 В с системой заземления ТТ (снижение сопротивления изоляции фазы до 10 кОм)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства электроустановок [Электронный ресурс]. – 6-е изд. – М.: ЗАО «Энергосервис», 2002 г. – URL http://base.garant.ru/3923095/ (дата обращения: 15.09.2014)

2. Правила устройства электроустановок [Текст]. – 7-е изд. – М.: ЭНАС, 2012. – 552 с. – (Нормативная база).

3. Сенигов П.Н. Электробезопасность в системах электроснабжения [Текст]: Руководство по выполнению базовых экспериментов. − Челябинск: ИПЦ «Учебная техника», 2007. – 81 с.

4. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭЭУ). Приказ от 24.07.2013 г. № 328н [Электронный ресурс] //Министерство труда и социальной защиты РФ. URL http://www.rosmintrud.ru/docs/mintrud/orders/161 (дата обращения: 16.12.2014).

5. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей [Текст]. – М.: ЭНАС, 2013. – 280 с. – (Нормативная база).

6. Правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики Российской Федерации: Сборник нормативных и инструктивных документов [Текст]. – М.: ЗАО «Энергосервис», 2003. – 184 с.

7. Бубнов В.Г. Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве [Текст] / В.Г. Бубнов, Н.В. Бубнова. – М.: ГАЛО БУБНОВ, 2007. – 112 с.

8. Маньков В. Д., Заграничный С. Ф. Опасность поражения человека электрическим током и порядок оказания первой помощи при несчастных случаях на производстве [Текст]: Практическое руководство. 9-е изд., испр. и дополн / В.Д. Маньков, С.Ф. Заграничный – СПб: НОУ ДПО «УМИТЦ «Электро Сервис», 2008. – 84 с.

9. ГОСТ Р 50462-92. Идентификация проводников по цветам или цифровым обозначениям [Текст]. – Москва: Изд-во стандартов, 1994. – 7 с.

10. СО 153-34.03.603-2003. Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках [Текст]. – Москва, 2003. – 76 с.

11. ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89). Степени защиты, обеспечиваемые оболочками [Электронный ресурс]. – Москва: Изд-во стандартов, 1997. – URL http://tehnorma.ru/gosttext/gost/gost_3230.htm (дата обращения: 21.01.2015).

12. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации [Текст]. – СПб: Издательство ДЕАН, 2012. – 336 с.