



Калужский филиал  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

**ФАКУЛЬТЕТ: ИУК «Информатики и управления»**

**КАФЕДРА: ИУК7-КФ «Экология и промышленная безопасность»**

## **Лабораторная работа №8**

**«ИСПЫТАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОЗАЩИТНЫХ  
СРЕДСТВ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ»**

**ДИСЦИПЛИНА: «Безопасность жизнедеятельности»**

Выполнил: студент гр. \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
(подпись) Ф.И.О.

Проверил: \_\_\_\_\_ ( Астахова Л.В. )  
(подпись) Ф.И.О.

**Дата сдачи (защиты):**

**Результаты сдачи (защиты):**

**- Бальная оценка:**

**- Оценка:**

Калуга, 2021

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

1. Изучение электротехнических защитных средств и предохранительных приспособлений, не входящих в конструкции электроустановок; методов их испытания.
2. Приобретение навыков проверки защитных средств.
3. Оценка пригодности защитных средств.

## 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

**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.

Проходя через организм, электрический ток оказывает

- термическое,
- электролитическое,
- биологическое действия.

**Термическое** действие выражается в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов и др. тканей.

**Электролитическое** действие выражается в разложении крови и др. органических жидкостей, что вызывает нарушение их физико-химических составов.

**Биологическое** действие является особым специфическим процессом, свойственным лишь живой материи.

Значение тока, протекающего через тело человека, является главным фактором, от которого зависит исход поражения: чем больше ток, тем опаснее его действие.

***Ток 0,6 – 1,5 мА называется пороговым ощутимым.***

***Ток 10 – 15 мА называется пороговым неотпускающим.***

Он вызывает сильные и болезненные судороги мышц рук, которые человек преодолеть не в состоянии, т. е. не может разжать руку, которой касается токоведущих частей и оказывается как бы прикованным к токоведущей части

Длительность протекания тока через тело человека влияет на исход поражения – со временем резко повышается ток за счет уменьшения сопротивления тела и накапливаются отрицательные последствия воздействия тока на организм.

Род и частота тока определяют исход поражения. Наиболее опасным является переменный ток с частотой 20-100 Гц.

### 1.1. Назначение, конструкция и правила применения защитных средств

Специальные защитные электро-технические средства защиты и предохранительные приспособления защищают от:

- электрического тока,
- электрической дуги,
- электрического поля,
- УФ-излучения,
- продуктов горения,
- падения с высоты.

Повышение электробезопасности достигается применением систем:

- защитного заземления,
- зануления,
- защитного отключения,

а также путем применения:

- изолирующих,
- ограждающих,
- предохранительных,
- сигнализирующих средств защиты.

Изолирующие защитные средства изолируют человека от токоведущих и заземленных частей и от земли.

Их делят на основные и дополнительные.

## 1.2. Основные электрозащитные средства

**Основные изолирующие электрозащитные средства** способны длительное время выдерживать рабочее напряжение электроустановки, и поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением, и работать на этих частях.

Диэлектрические резиновые перчатки(рис.1) предназначены для изоляции рук человека при работе под напряжением, при операциях с приводами коммутационных аппаратов, при работах со штангами.



Рис. 1. Диэлектрические перчатки

электрической прочностью и хорошей эластичностью.

Перчатки надлежит надевать на руки на полную их глубину, натянув раструб перчаток на рукава одежды.

раз  
воздухом на герметичность, т.е. для выявления в них сквозных отверстий и надрывов, которые могут явиться причиной поражения человека током.

**Указатели напряжения** (рис.2) – используются для

проверки наличия или отсутствия напряжения на токоведущих частях электроустановок.



Рис. 2. Указатели напряжения

Указатели для электроустановок до 1000В делятся на двухполюсные и однополюсные.

**Однополюсный указатель** требует прикосновения к одной

испытываемой токоведущей части.

Связь с землей осуществляется через тело человека, создающего контакт пальцем руки с цепью указателя. При этом ток не превышает 0,3 мА.

Однополюсные указатели работают только в установках переменного тока. В цепях постоянного тока лампочка не загорается при наличии напряжения.

До 1000В указателями пользуются без применения других защитных средств.

**Запрещается** применять вместо указателя напряжения контрольную лампу накаливания, ввернутую в патрон с двумя короткими проводами

**Двухполюсный указатель** напряжения - требует прикосновения к двум частям электроустановки, между которыми существует или отсутствует напряжение, имеет неоновую лампочку, излучающую оранжево-красный свет



Рис. 3. Слесарно-монтажный инструмент

Слесарно-монтажный инструмент (рис.3.) с изолирующими рукоятками - выполнение работ под напряжением в электроустановках до 1000 В.

Изолированная часть рукоятки должна иметь длину не менее 10 см и упор - утолщение изоляции, препятствующее соскальзыванию и прикосновению руки работающего к неизолированным металлическим частям

инструмента.

У отверток должны быть изолированы не только рукоятки, но и металлический стержень на всей длине вплоть до рабочего острия.

При работах инструментом с изолированными рукоятками на токоведущих частях, находящихся под напряжением, работающий должен иметь на ногах диэлектрические

галоши или стоять на изолирующем основании, кроме того, он должен быть в головном уборе и с опущенными и застегнутыми у кистей рук рукавами одежды.



Рис. 4. Изолирующие штанги

Изолирующие штанги предназначены:

- для отключения и включения однополюсных разъединителей,
- для наложения переносных заземлений,
- для производства измерений на токоведущих частях, находящихся под напряжением и других подобных работ.



Рис. 5. Токоизмерительные клещи

Наибольшее распространение имеют токоизмерительные клещи (рис.5), представляющие собой клещевые амперметры переменного тока.

Электроизмерительные клещи — это прибор, предназначенный для измерения силы тока, напряжения, мощности, фазового угла и других электрических величин без разрыва токовой цепи и нарушения её работы в установках до 10кВ включительно.

Изолирующие клещи применяются в установках до 35кВ включительно для операций под напряжением с предохранителями, установки и снятия изолирующих накладок, перегородок и других подобных работ.

### 1.3. Дополнительные электрозащитные средства

Дополнительные изолирующие электрозащитные средства обладают недостаточной электрической прочностью и поэтому не могут самостоятельно защищать человека от поражения током.

Их назначение - усилить защитное действие основных изолирующих средств.

Диэлектрические галоши, боты, подставки, резиновые коврики являются всегда дополнительными изолирующими защитными средствами (Рис.6), какое бы напряжение они не выдерживали.



Рис.6. Дополнительные электрозащитные средства

Это связано с тем, что они не защищают человека при двухполюсном касании токоведущих частей.

Диэлектрические боты и галоши предназначены для изоляции человека от основания, на котором он стоит. При этом боты применяются в установках любого напряжения, а галоши - в установках до 1000 В.

Галоши изготавливаются по форме обычных галош и отличаются от последних светлым цветом и отсутствием лакового покрытия, которое отсутствует также у бот.

Изолирующие подставки применяются в помещениях с повышенной и особой опасностью поражения током. Они представляют собой деревянный решетчатый настил 50X50 см. без металлических элементов, укрепленный на изоляторах. В помещениях - сырых и с обильным отложением пыли применяются изолирующие подставки

Диэлектрические коврики - изолирующие основания, применяются в электроустановках любого напряжения. Они изготавливаются из резины различных цветов в виде пластин с узорчатой (рифленой) лицевой поверхностью длиной 75-800 см и шириной 75-90 см.

Коврики расстилаются на полу закрытых сухих помещений, в производственных цехах и местах, где производятся операции с электрическими аппаратами и приборами - включение и отключение разъединителей, выключателей, рубильников и т.п.

Ограждающие средства защиты предназначены для временного ограждения токоведущих частей (временные ограждения, щиты, ограждения клетки, изолирующие накладки).

Сигнализирующие средства включают защитные и предупреждающие знаки безопасности, а также плакаты:

- предупреждающие – для предупреждения работающих о возможной опасности. Форма – треугольная, цвет – желтый. (Осторожно! Ядовитое вещество. Осторожно! Излучение лазера.);
- запрещающие – предназначены для запрещения определенных действий. Форма – круглая, цвет – красный. (Запрещается курить. Запрещается тушить водой.);
- предписывающие – для разрешения определенных действий работающих только при выполнении конкретных требований безопасности труда, пожарной безопасности, путей эвакуации. Форма – квадратная, цвет – зеленый. (Работать в каске! Работать в предохранительном поясе!);
- указательные – для указания местонахождения различных объектов и устройств. Форма – прямоугольная, цвет – синий. (Огнетушитель. Пункт извещения о пожаре.)

Плакаты и знаки безопасности предостерегают персонал и посторонних от совершения опасных действий.

## 2. ИСПЫТАНИЕ ЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ

**Исправность СЗ** проверяют осмотром перед каждым применением, а также периодически, в установленные сроки.



Рис. 7. Штамп

Изолирующие электрозащитные средства, а также накладки и колпаки (ограждающие СЗ) при приемке и периодически подвергаются специальным электрическим испытаниям.

Диэлектрические подставки при эксплуатации не испытываются, а только осматриваются и очищаются.

На всех изолирующих СЗ, кроме инструмента, наносится штамп (рис. 7) с указанием срока следующих испытаний, номинального напряжения установки и инвентарного номера



Рис. 8. Универсальная пробойная установка УПУ-1М

При осмотре, штанги, клещи и держатели указателей бракуют, если на лаковом покрове окажутся продольные царапины общей длиной более 20% длины изолирующей части, а указатели напряжения – если разбита защитная стеклянная трубка вокруг неоновой лампочки.

Испытания изолирующих СЗ повышенным напряжением производятся с помощью универсальной пробойной установки (УПУ-1М) (рис.8).

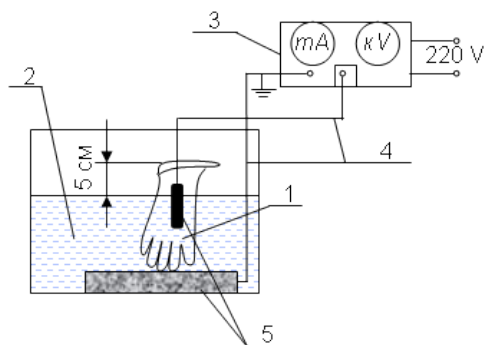


Рис. 9. Схема испытания.

1. Испытуемое защитное средство.
2. Ванна с водой.
3. Источник высоковольтного напряжения.
4. Соединительные проводки.
5. Электрод

галош, установленных горизонтально.

**Испытываемое изолирующее СЗ** признается исправным, если при подаче испытательного напряжения ток утечки (мА) не превосходит допустимого значения.

Указанные резиновые защитные средства испытываются на пробой. Испытания проводятся с помощью специальной установки, в которой главным элементом является, кроме высоковольтного источника напряжения, ванна-сосуд с водопроводной водой.

Испытуемые средства заполняются водой и погружаются в ванну. При этом уровень воды как снаружи, так и внутри должен быть на 5 см ниже края перчатки или отворота бот и на 2 см ниже края борта галош, установленных горизонтально.

В схеме (рис.9) предусмотрен вольтметр для наблюдения за величиной испытательного напряжения при испытании переменным током, кроме того - миллиамперметр для измерения токов, протекающих через испытуемое средство.

Выступающие над водой края испытуемых средств должны быть сухими.

Электроды опускаются в воду: один - внутрь, другой - вне изделия.

В случае, если ванна металлическая, она может быть как вынесенный электрод, и в этом случае соединяется с одним из зажимов источника напряжения.

Защитное средство считается выдержавшим испытание, если не произошло его пробоя, а показания миллиамперметра не превысили установленных норм и не имели значительных колебаний.

### 2.1. Испытание диэлектрических ковриков.

Диэлектрические коврики (резиновые) испытываются на пробой (рис. 10). Наиболее распространенным является способ протягивания резинового коврика со скоростью 2-3 см/с между двумя цилиндрическими электродами, к которым приложено испытательное напряжение. В этой схеме также предусматривается вольтметр и амперметр.

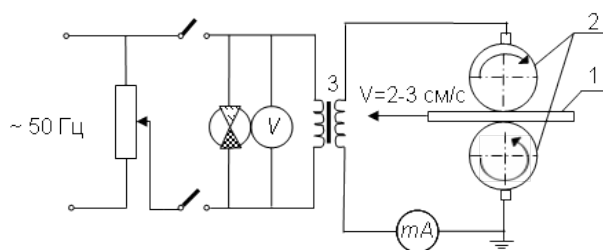


Рис. 10. Схема испытания диэлектрических ковриков.

1- испытуемый коврик, 2 – цилиндрические электроды, 3 – испытательный трансформатор.

### НОРМЫ НА ПРОВЕРКУ ИЗОЛИРУЮЩИХ СРЕДСТВ

Таблица 1.

| Защитные средства  | Напряжение установки (кВ) | Испытательное напряжение (кВ) | Продолжительность (мин) | Ток утечки не более (мА) | Срок периодичности испытаний |
|--------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Инструмент         | до 1                      | 2                             | 1                       | —                        | 12 мес.                      |
| Перчатки резиновые | до 1                      | 2,5                           | 1                       | 2,5                      | 6 мес.                       |
| Перчатки резиновые | больше 1                  | 6                             | 1                       | 6,0                      | 6 мес.                       |
| Боты резиновые     | любое                     | 15                            | 1                       | 7,5                      | 36 мес.                      |
| Галоши             | до 1                      | 3,5                           | 1                       | 2,0                      | 12 мес.                      |
| коврики            | до 1                      | 3                             | —                       | 3,0                      | 24 мес.                      |

### 3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

1. Собрать схему испытания (рис.9).
2. Подключить сетевой провод к сети 220 В.
3. Вставить ключ в замок и, повернув его, включить прибор. Должна загореться красная лампочка.
- 4.левой рукой нажать кнопку "Включение", при этом должна загореться зеленая лампочка и держать ее до конца испытаний.
5. Правой рукой нажать ручку "Выход, напр.", поворачивая ее, установить требуемое напряжение и так держать до конца испытания.
6. Повернуть ручку "Выходное напряжение" против часовой стрелки до упора.
7. Выключить установку.
8. Начало следующего испытания начинать с пункта 3.
9. Разобрать установку. Отключить сетевой провод.

### **ПРИМЕЧАНИЕ:**

1. При резком увеличении выходного тока отпустить кнопку "Включение";
2. Устанавливать запрещается напряжение свыше 3 кВ

### **ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ:**

1. При проведении работы требуется строгое соблюдение правил внутреннего распорядка и техники безопасности в лаборатории.
2. Проверка защитных средств проводится в присутствии лаборанта и преподавателя.
3. Необходимо проверить надежность заземления.

### **ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ**

1. Название лабораторной работы. Цель.
2. Основные понятия определения, схема испытания защитных средств.
3. Результаты измерений.
4. Вывод о пригодности защитных средств.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.**

1. В чем заключается проверка защитных средств?
2. Какие периодические сроки проверки защитных средств?
3. Каким способом осуществляется проверка диэлектрических ковров?
4. Какие недостатки присущи резине, как изолирующему материалу?
5. Что относится к изолирующим средствам?
6. Назначение защитных средств и правила применения.

### **Основная литература**

1. Хван, Т.А. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Т.А. Хван, П.А. Хван. – 11-е изд. – Ростов-н/Д: Феникс, 2014. – 448 с.: ил., табл. - (Высшее образование). Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271593>
2. Муравей, Л.А. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. Л.А. Муравей. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Юнити-Дана, 2015. – 431 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=119542>
3. Арустамов, Э.А. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебник / Э.А. Арустамов, А.Е. Волощенко, Г.В. Гуськов; под ред. Э.А. Арустамова. – 19-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2015. – 448 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=375807>
4. Попов, А.А. Производственная безопасность [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. А.А. Попова. – СПб.: Лань, 2013. – 432 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/12937>

### *Дополнительная литература*

1. Виноградов, Д.В. Применение смазочно-охлаждающих технологических средств при резании металлов [Электронный ресурс]: учеб. пособие по курсу «Инструментообеспечение машиностроительных предприятий» – Ч. 1: Функциональные действия / Д.В. Виноградов– Электрон. дан. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 90 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/58525>



2. Макаров, В.Ф. Современные методы высокоэффективной абразивной обработки жаропрочных сталей и сплавов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Ф. Макаров. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2013. – 320 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/32819>
3. Сибикин, М.Ю. Современное металлообрабатывающее оборудование: справочник [Электронный ресурс] / М.Ю. Сибикин, В.В. Непомилуев, А.Н. Семенов, М.В. Тимофеев. – М.: Машиностроение, 2013. – 308 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/37007>
4. Суслов, А.Г. Научно-технические технологии в машиностроении [Электронный ресурс] / А.Г. Суслов, Б.М. Базров, В.Ф. Безъязычный; под ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2012. – 528 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5795>
5. Кривошеин, Д.А. Основы экологической безопасности производств [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Д.А. Кривошеин, В.П. Дмитренко, Н.В. Федотова. – СПб.: Лань, 2015. – 336 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/60654>

## **1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Научная электронная библиотека <http://eLIBRARY.RU>.
2. Электронно-библиотечная система <http://e.lanbook.com>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система <http://biblio-online.ru>.
5. Электронно-библиотечная система [http:// iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Приступая к освоению дисциплины обучающийся должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина построена по модульному принципу, каждый модуль представляет собой логически завершённый раздел курса.

**Лекционные занятия** посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений курса и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку.

**Практические занятия** проводятся для закрепления усвоенной информации, приобретения в основном умений для решения практических задач в предметной области дисциплины. Практические занятия обеспечены методическими указаниями по их выполнению:

**Лабораторные работы** предназначены для приобретения умений и навыков для решения практических задач в предметной области дисциплины. Лабораторные работы обеспечены методическими указаниями по их выполнению:

1. Бычков Н.А., Доможир В.В. Методические указания по выполнению раздела «Охрана труда и защита окружающей среды» дипломного проекта (мультимедийные интерактивные). – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 40 с. (Печат. + прил. На CD).



## Дополнительная информация

### Электробезопасность

#### 1.1. Воздействие электрического тока на организм человека

Кол-во эл. травм в общем числе невелико, до 1,5%. Для эл. установок напряжением до 1000 В кол-во эл. травм достигает 80%.

##### Причины эл. травм

Человек дистанционно не может определить находится ли установка под напряжением или нет.

Ток, который протекает через тело человека, действует на организм не только в местах контакта и по пути протекания тока, но и на такие системы как кровеносная, дыхательная и сердечно-сосудистая.

Возможность получения эл. травм имеет место не только при прикосновении, но и через напряжение шага и через эл. дугу.

Эл. ток, проходя через тело человека оказывает **термическое** воздействие, которое приводит к отекам (от покраснения, до обугливания), электролитическое (**химическое**), **механическое**, которое может привести к разрыву тканей и мышц; поэтому все эл. травмы делятся на:

- местные;
- общие (электроудары).

##### Местные электрические травмы

- эл. ожоги (под действием эл. тока);
- эл. знаки (пятна бледно-желтого цвета);
- металлизация пов-ти кожи (попадание расплавленных частиц металла эл. дуги на кожу);
- электроофтальмия (ожог слизистой оболочки глаз).

##### Общие эл. травмы (электроудары):

|                |  |
|----------------|--|
| 1 степень:     | без потери сознания  |
| 2 степень:     | с потерей  |
| 3 степень:     | без поражения работы сердца  |
| 4 степень:     | с поражением работы сердца и органов дыхания   |
| Крайний случай | состояние клинической смерти (остановка работы сердца и нарушение снабжения кислородом клеток мозга. В состоянии клинической смерти находятся до 6-8 мин.) |

#### 1.2. Причины поражения эл. током (напряжение прикосновения и шаговое напряжение):

- 1 Прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- 2 Прикосновение к отключенным частям, на которых напряжение может иметь место:
  - 2.1 в случае остаточного заряда;
  - 2.2 в случае ошибочного включения эл. установки или несогласованных действий обслуживающего персонала;
  - 2.3 в случае разряда молнии в эл. установку или вблизи;
  - 2.4 прикосновение к металлическим не токоведущим частям или связанного с ними эл. оборудования (корпуса, кожухи, ограждения) после перехода напряжения на них с токоведущих частей (возникновение аварийной ситуации — пробой на корпусе).
- 3 Поражение напряжением шага или пребывание человека в поле растекания эл. тока, в случае замыкания на землю.
- 4 Поражение через эл. дугу при напряжении эл. установки выше 1кВ, при приближении на недопустимо-малое расстояние.
- 5 Действие атмосферного электричества при газовых разрядах.
- 6 Освобождение человека, находящегося под напряжением.

##### Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током:

1. Род тока (постоянный или переменный, частота 50Гц наиболее опасна)
2. Величина силы тока и напряжения.
3. Время прохождения тока через организм человека.
4. Путь или петля прохождения тока.
5. Состояние организма человека.
6. Условия внешней среды.

##### Количественные оценки

1. В интервале напряжения 450-500 В, вне зависимости от рода тока, действие одинаково
- меньше 450 В — опаснее переменный ток,
- меньше 500 В — опаснее постоянный ток.

- Кардиологические заболевания, заболевания нервной системы и наличие алкоголя в крови, снижают сопротивление тела человека.
- Наиболее опасным является путь прохождения тока через сердечную мышцу и дыхательную систему.

**Характер воздействия постоянного и переменного токов на организм человека:**

| I, mA   | Переменный (50 Гц)  | Постоянный                             |
|---------|---|--|
| 0,5-1,5 | Ощутимый. Легкое дрожание пальцев.  | Ощущений нет.                          |
| 2-3     | Сильное дрожание пальцев.   | Ощущений нет.                          |
| 5-7     | Судороги в руках.   | Ощутимый ток. Легкое дрожание пальцев. |
| 8-10    | Не отпускающий ток. Руки с трудом отрываются от поверхности, при этом сильная боль. | Усиление нагрева рук.                  |
| 20-25   | Паралич мышечной системы (невозможно оторвать руки).                                | Незначительное сокращение мышц рук.    |
| 50-80   | Паралич дыхания.  | При 50mA неотпускающий ток.            |
| 90-100  | Паралич сердца.   | Паралич дыхания.                       |
| 100     | Фибриляция (разновременное, хаотическое сокращение сердечной мышцы)                 | 300 mA фибриляция.                     |

**Предельно-допустимые уровни (ПДУ) напряжений прикосновения и сила тока при аварийном режиме эл. установок**

по ГОСТ 12.1.038-82

| Род и частота тока       | Нормируемая величина | ПДУ, при t, c |         |
|--------------------------|----------------------|---------------|---------|
|                          |                      | 0,01 - 0,08   | свыше 1 |
| Переменный<br>f = 50 Гц  | U <sub>д</sub>       | 650 В         | 36 В    |
|                          | I <sub>д</sub>       | —             | 6 mA    |
| Переменный<br>f = 400 Гц | U <sub>д</sub>       | 650 В         | 36 В    |
|                          | I <sub>д</sub>       | —             | 6 mA    |
| Постоянный               | U <sub>д</sub>       | 650 В         | 40 В    |
|                          | I <sub>д</sub>       |               | 15 mA   |

**Сопротивление тела человека**

Факторы, приводящие к уменьшению сопротивления тела человека:

- увлажнение поверхности кожи;
- увеличение площади контакта;
- время воздействия.

Сопротивление рогового (верхнего слоя кожи) от 10 до 100 кОм. Сопротивление внутренних тканей 800-1000 Ом. Расчетная величина R<sub>чел</sub> = 1000 Ом.

**1.3. Классификация помещений по опасности поражения эл. током (ПУЭ-85).**

**Помещения I класса.** Особо опасные помещения.

- 100 % влажность;
- наличие активной среды

**Помещения II класса.** Помещения повышенной опасности поражения эл. током.

- повышенная температура воздуха (t = + 35 °C);
- повышенная влажность (> 75 %);
- наличие токопроводящей пыли;
- наличие токопроводящих полов;
- наличие эл. установок (заземленных) — возможности прикосновения одновременно и к эл. установке и к заземлению или к двум эл. установкам одновременно.

**Помещения III класса.** Мало опасные помещения. Отсутствуют признаки, характерные для двух предыдущих классов.

Распределение потенциала по поверхности земли осуществляется по закону гиперболы.

**Напряжение прикосновения** — это разность потенциалов точек эл. цепи, которых человек касается одновременно, обычно в точках расположения рук и ног.

**Напряжение шага** — это разность потенциалов φ<sub>1</sub> и φ<sub>2</sub> в поле растекания тока по поверхности земли между точками, расположенными на расстоянии шага (≈ 0,8 м).

**1.4. Методы и средства защиты: заземление, зануление, отключение и др.**

Выбор средств защиты зависит от:

1. режима эл. сети;
2. вида эл. сети;
3. условий эксплуатации

Средства электробезопасности:

1. общетехнические;
2. специальные;
3. средства индивидуальной защиты

#### **Общетехнические средства защиты**

- 1) Рабочая изоляция

Для оценки изоляции используют следующие критерии:

- сопротивление фаз эл. проводки без подключенной нагрузки  $R_1 \geq 0,05$ ;
- сопротивление фаз эл. проводки с подключенной нагрузкой  $R_2 \geq 0,08$  МОм.

- 2) Двойная изоляция

- 3) Недоступность токоведущих частей (используются осадительные ср-ва — кожух, корпус, эл. шкаф, использование блочных схем и т.д.)

- 4) Блокировки безопасности (механические, электрические)

- 5) Малое напряжение

Для локальных светильников (36 В), для особоопасных помещений и внепомещений.

12 В используется во взрывоопасных помещениях.

- 6) Меры ориентации (использование маркировок отдельных частей эл. оборудования, надписи, предупредительные знаки, разноцветовая изоляция, световая сигнализация).

#### **Специальные средства защиты**

1. заземление;
2. зануление;
3. защитное отключение

#### **Принцип действия заземления**

Снижение напряжения между корпусом, оказавшимся под напряжением (в случае аварийной ситуации) и землей, до безопасной величины.

Заземление используется в 3-х фазных 3-х проводных сетях с изолированной нейтралью. Эта система заземления работает в том случае, если

$$R_H \leq 4 \text{ Ом}; V < 1000 \text{ В}; R_H \leq 0,5 \text{ Ом}; V > 1000 \text{ В (ПУЭ-85)}$$

#### **Принцип действия зануления**

Преднамеренное соединение корпусов эл. установок с многократно заземленной нейтралью трансформатора или генератора.

Превращение замыкания на корпус в однофазное короткое замыкание за счет срабатывания токовой защиты, которая отключает систему питания и тем самым отключается поврежденное устройство.

#### **Принцип действия защитного отключения**

Это преднамеренное автоматическое отключение эл. установки от питающей сети в случае опасности поражения эл. током.

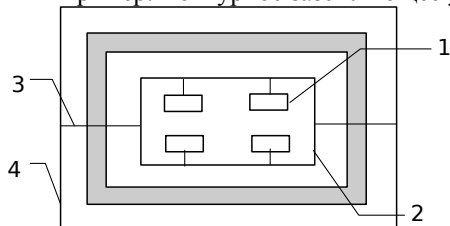
Условия, при которых выполняется заземление или зануление в соответствии с требованиями ПУЭ-85.

1. В малоопасных помещениях 380 В и выше переменного тока  
440 В и выше постоянного тока
2. В особо опасных помещениях, помещениях с повышенной опасностью и вне помещений 42 В и выше переменного тока  
110 В и выше постоянного тока
3. При всех напряжениях во взрывоопасных помещениях.

Заземляющие устройства бывают естественными (используются конструкции зданий) в этом случае нельзя использовать те элементы, которые при попадании искры приводят к аварии (взрывоопасные).

Искусственные — контурное и выносное защитное заземляющее устройство.

Пример. Контурное заземляющее устройство.



1. эл. установка;
2. внешний контур;
3. шина заземления;
4. внутренний контур

**Требования эл. безопасности к установкам ЭТИ (электротехнических изделий)**

ЭТИ должны быть сконструированы таким образом, чтобы обеспечивалась эл. безопасность. Если такие условия создать нельзя, они должны быть перечислены в инструкции.

ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ

В соответствии с этим ГОСТом оговариваются классы безопасности.

Многообразие средств защиты и условий эксплуатации привели к унификации средств защиты. В условиях экспорта-импорта ЭТИ, была создана IP.

|       |                    |                    |
|-------|--------------------|--------------------|
| IP-30 | 3 - степень защиты | 0 - степень защиты |
|-------|--------------------|--------------------|

|       |                         |           |
|-------|-------------------------|-----------|
| IP-44 | 4 - от попадания внутрь | 4 - — " — |
|-------|-------------------------|-----------|

|       |                      |           |
|-------|----------------------|-----------|
| IP-5х | 5 - оболочки тв. тел | х - влаги |
|-------|----------------------|-----------|

|       |   |   |
|-------|---|---|
| IP-54 | 5 | 4 |
|-------|---|---|

IP-54 (эксплуатация светильников вне помещений)