

# ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

Преподаватель: к.т.н., доцент  
кафедры ЭПП  
Бужакова Наталья Васильевна

Лекции – 18ч.

Практические занятия – 36ч.

Самостоятельная работа – 54ч.

# ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Электрический ток, проходя через живой организм, оказывает термическое, электролитическое, биологическое действия.

Термическое действие проявляется в ожогах, нагреве и повреждении кровеносных сосудов, перегреве сердца, мозга и других органов, что вызывает в них функциональные расстройства.

Электролитическое действие проявляется в разложении органической жидкости, в том числе крови, что вызывает значительное нарушение ее состава, а также ткани в целом.

Биологическое действие выражается в нарушении внутренних биоэлектрических процессов. Например, взаимодействуя с биотоками организма, внешний ток может нарушить нормальный характер их воздействия на ткани и вызвать непроизвольное сокращение мышц.

# ВИДЫ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Все поражения электрическим током разделяются на электрический удар и местные электрические травмы.

Электрический удар - это тяжелое внутреннее поражение организма, вызывающее судороги мышц, нарушение работы органов дыхания, кровообращения и нервной системы.

Электрические травмы - это внешние, местные поражения тела (ожог, электрические знаки, металлизация кожи, электроофтальмия - поражение глаз от воздействия ультрафиолетового излучения электрической дуги, механические повреждения - ушибы, переломы и пр.).

Электрический удар возникает при воздействии малых токов, обычно до нескольких сотен миллиампер и, соответственно, при небольших напряжениях, как правило до 1000 В. При такой малой мощности выделение тепла ничтожно и не вызывает ожога. Ток в таких случаях действует на нервную систему и на мышцы, причем может возникнуть паралич пораженных органов.

Паралич дыхательных мышц, а также мышц сердца может привести к смертельному исходу.

Опытным путем было установлено:

0,6 – 1,4 мА - порог ощущения тока;

10 – 15 мА - порог не отпускающего тока;

100 мА и выше - смертельный ток.

## **Электрический ожог** - самая распространенная электротравма.

Как правило, ожоги являются следствием случайных коротких замыканий в электроустановках, при отключениях разъединителей и рубильников под нагрузкой и т. п., причем 85% всех ожогов приходится на электромонтеров, обслуживающих электроустановки.

**В зависимости от условий возникновения различают три вида ожогов:**

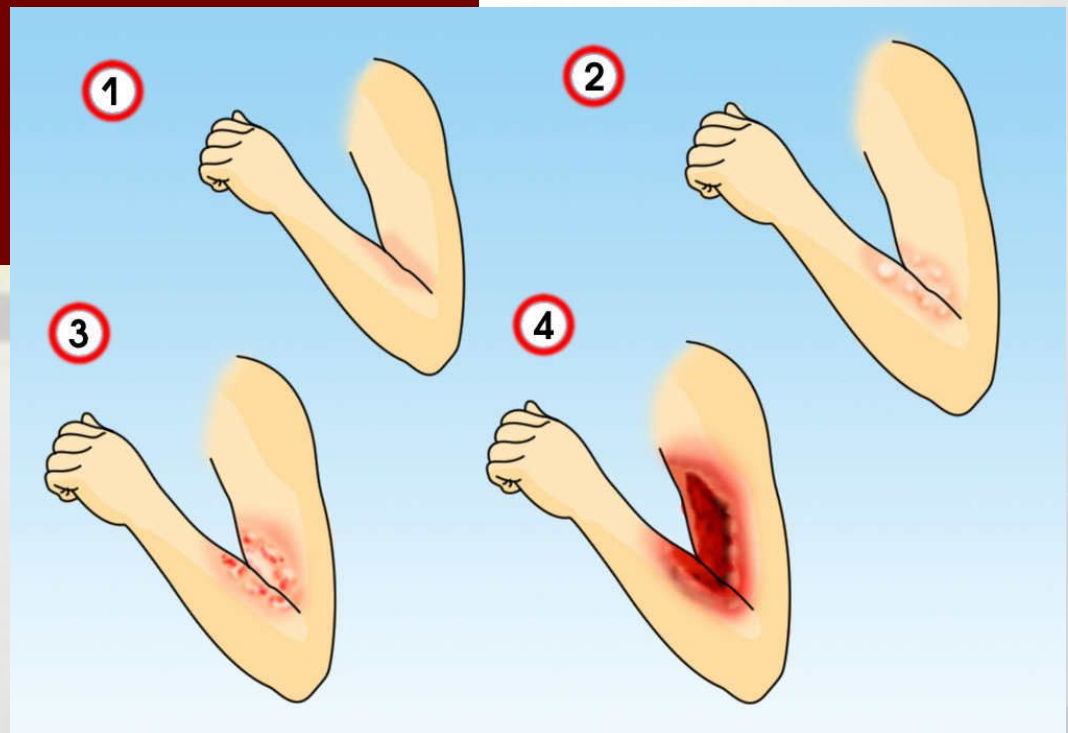
- **токовый**, или контактный, возникающий при прохождении тока непосредственно через тело человека в результате контакта человека с токоведущей частью;
- **дуговой**, обусловленный воздействием на тело человека электрической дуги, но без прохождения тока через тело человека;
- **смешанный**, являющийся результатом действия одновременно обоих указанных факторов, т. е. воздействия электрической дуги и прохождения тока через тело человека.

По тяжести электрические ожоги могут быть любой степени.

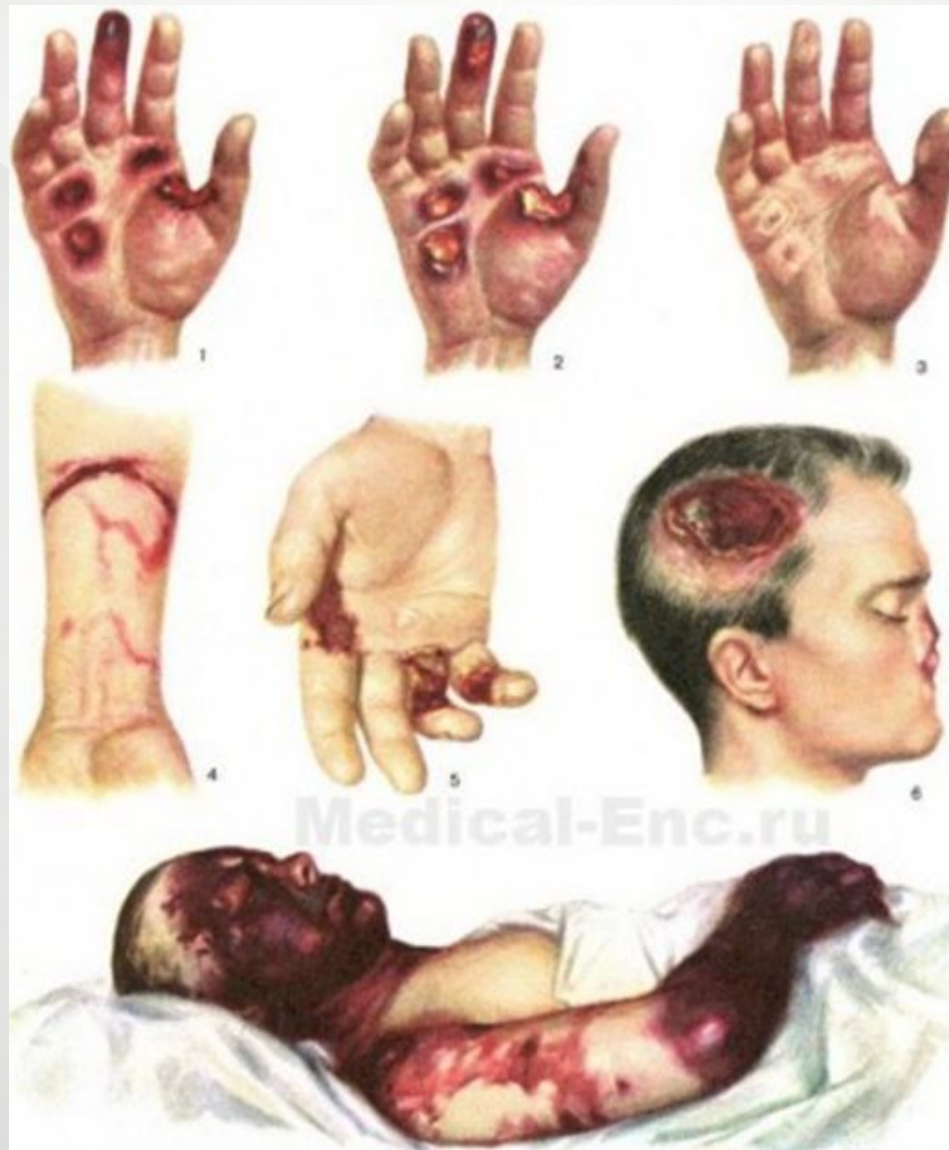
**В электроустановках относительно небольшого напряжения - не выше 380 В, преобладает возникновение ожогов I и II степеней, при напряжениях выше 380 В возникают более тяжелые ожоги III и IV степеней.**

## Электрический ожог.

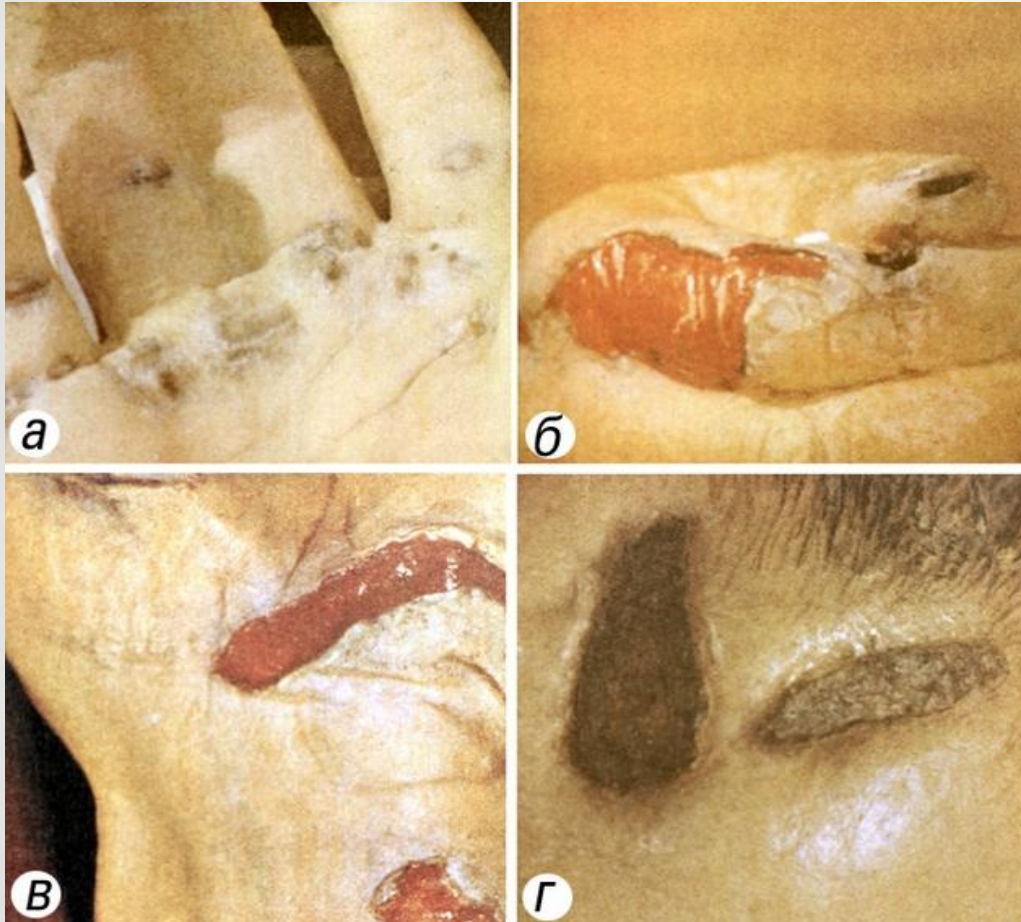
- ✎ I степень – покраснение кожи;
- ✎ II степень – образование пузырей;
- ✎ III степень – омертвение всей толщи кожи;
- ✎ IV степень – обугливание тканей.



# Последствия бывают страшными:



# Последствия бывают страшными:



- а) Множественные электроожоги II-III степени на ладонной поверхности правой кисти и пальцев в виде участков неправильной формы серовато-бурого цвета с явлениями металлизации (пострадавший взял в руку оголенный провод, находившийся под напряжением электрического тока 220 В);
- б) Электроожог III—IV степени I и II пальцев: после удаления части некротизированной кожи обнажилась красная раневая поверхность, окруженная серой некротически измененной кожей; участки черного цвета — очаги сухого некроза;
- в) Электроожоги III—IV степени на ладонной поверхности кисти и лучезапястного сустава с неровными краями;
- г) Электроожог IV степени на коже головы: видны два участка сухого некроза (серо-черного цвета), окруженные отечными и инфильтрованными тканями (поражение электрическим током напряжением 660 В).

**Электрические знаки** на теле человека возникают в результате химического или теплового (до 110—115° С), а также совместного химического и теплового воздействия электрического тока.

Обычно резко очерченные знаки серого или бледно-желтого цвета имеют круглую или овальную форму. Встречаются также знаки в виде линий и мелкоточечной татуировки. Иногда форма знака соответствует форме токоведущей части, которой коснулся пострадавший. Пораженный участок кожи затвердевает, происходит омертвление верхнего слоя кожи.

Как правило, электрические знаки безболезненны и лечение их заканчивается благополучно: с течением времени верхний слой кожи сходит и пораженное место приобретает первоначальный цвет, эластичность и чувствительность.

Электрические знаки встречаются довольно часто: они возникают примерно у пятой части пострадавших от электрического тока.

**Металлизация кожи** - проникновение в кожу мельчайших частичек расплавленного под действием электрической дуги металла.

Такое явление встречается при коротких замыканиях, отключениях разъединителей и рубильников под нагрузкой и т. п. При этом мельчайшие брызги расплавленного металла под действием возникших динамических сил и теплового потока, разлетаясь во все стороны с большой скоростью, проникают в верхние слои кожи открытых частей тела — руки и лицо.

Обычно с течением времени поврежденная кожа сходит и пораженный участок приобретает нормальный вид. Вместе с тем исчезают и все болезненные ощущения, связанные с этой травмой. Лишь при поражении глаз лечение может оказаться длительным и сложным, а в некоторых случаях и безрезультатным.

Металлизация кожи наблюдается у 10% пострадавших от электрического тока. Причем в большинстве случаев одновременно с металлизацией происходит ожог электрической дугой, который всегда вызывает более тяжелые поражения, чем металлизация.



**Электроофтальмия.** При возникновении электрической дуги, которая является источником интенсивного излучения ультрафиолетовых лучей, в результате облучения глаз через некоторое время (2-6 ч) наступает воспаление наружных оболочек глаз. Такое заболевание носит название электроофтальмии.

В тяжелых случаях поражения глаз, вызванных воздействием мощного потока ультрафиолетовых лучей, лечение глаз может оказаться сложным и длительным.

**Механические повреждения** являются следствием резких произвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека. В результате могут произойти разрывы кожи, кровеносных сосудов и нервной ткани, вывихи суставов, а также переломы костей.

Разумеется, что в число этих повреждений не входят аналогичные травмы, обусловленные падением человека с высоты, ушибами о предметы и подобные им случаи, которые могут произойти также при поражении током.

Механические повреждения являются, как правило, серьезными травмами, требующими длительного лечения. Они возникают при продолжительном нахождении человека под напряжением в установках до 380 В. Механические повреждения встречаются редко — примерно у 3% лиц, пострадавших от тока.

Механические повреждения сопутствуют электрическим ударам, поскольку они вызываются током, проходящим через тело человека. Часто механические повреждения сопровождаются ожогами тела.

**Электрический удар** - возбуждение живых тканей человека, вызванное протекающим через него электрическим током и сопровождающееся непроизвольными судорожными сокращениями мышц.

В зависимости от исхода поражения электрические удары могут быть условно разделены на следующие **четыре степени**:

**I** - судорожное сокращение мышц без потери сознания;

**II** - судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца;

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

**IV** - отсутствие дыхания и кровообращения, т. е. смерть.

**Клиническая (мнимая) смерть** – переходный период от жизни к смерти, наступающий с момента прекращения деятельности сердца и легких.

Человек, находящийся в состоянии клинической смерти, не дышит, его сердце не работает, болевые раздражения не вызывают никаких реакций, зрачки глаз расширены и не реагируют на свет. Однако в этот период почти во всех тканях организма еще продолжают слабые обменные процессы, достаточные для поддержания минимальной жизнедеятельности.

При клинической смерти первыми начинают погибать чувствительные к кислородному голоданию клетки головного мозга, с деятельностью которых связаны сознание и мышление. Поэтому длительность клинической смерти определяется временем с момента прекращения сердечной деятельности и дыхания до начала гибели клеток коры головного мозга: в большинстве случаев она составляет 4-5 мин, а при гибели здорового человека от случайной причины, например от электрического тока, - 7-8 мин. В состоянии клинической смерти путем воздействия на органы дыхания и кровообращения возможно восстановление угасающих или только что угасших функций, т.е. оживление умирающего организма.

Под **биологической смертью** понимают необратимое явление, характеризующееся прекращением биологических процессов в клетках и тканях организма и распадом белковых структур. Она наступает после клинической смерти.

**Прекращение работы сердца** – результат прямого воздействия тока на мышцу сердца, т.е. прохождение тока непосредственно в области сердца, а иногда и результат рефлекторного действия. В обоих случаях может произойти остановка сердца или наступить фибрилляция.

**Фибрилляция** – это хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы (фибрилл), при которых сердце перестает выполнять функции насоса, т.е. оно не в состоянии обеспечить движение крови по сосудам. В результате в организме нарушается кровообращение и как следствие прекращается доставка кислорода кровью из легких к тканям и органам, что и вызывает гибель организма.

**Длительная остановка дыхания происходит, когда ток пересекает дыхательный центр, расположенный в мозгу.**

Остановка дыхания может быть вызвана также удушьем, которое возникает в том случае, если ток некоторое время проходит через грудную полость и величина его достаточно сильная, позволяющая держать грудные мышцы в сокращенном состоянии.

# Факторы, определяющие опасность поражения электрическим током

Опасность воздействия электрического тока на человека зависит от сопротивления тела человека и величины приложенного к нему напряжения, силы тока, проходящего через тело, длительности его воздействия, пути прохождения, рода и частоты тока, индивидуальных свойств пострадавшего и факторов окружающей среды.



## Электрическое сопротивление тела человека

Тело человека является проводником электрического тока. Разные ткани тела оказывают току разное сопротивление: кожа, кости, жировая ткань – большое, а мышечная ткань, кровь и особенно спиной и головной мозг – малое. Наибольшим сопротивлением по сравнению с другими тканями обладает кожа, и главным образом ее верхний слой, называемый эпидермисом.

Электрическое сопротивление тела человека при сухой, чистой и неповрежденной коже при напряжении 15-20 В находится в пределах от 3 тыс. до 10 тыс. Ом, а иногда и более. При удалении всего верхнего слоя кожи сопротивление снижается до 500-700 Ом. При полном удалении кожи сопротивление внутренних тканей тела составит всего лишь 300-500 Ом. При расчетах обычно принимают сопротивление тела человека, равное 1000 Ом.

Наличие на коже различного рода повреждений – потертостей, порезов, ссадин – резко уменьшает ее электрическое сопротивление в этих местах.

**Значение электрического сопротивления тела человека непостоянно.** Сопротивление тела человека - величина переменная, зависящая от множества факторов, в том числе и от состояния кожи, параметров электрической цепи, физиологических факторов и состояния окружающей среды (влажность, температура и т. п.). Состояние кожи влияет на электрическое сопротивление тела человека.

Так, повреждения рогового слоя, в том числе порезы, царапины и другие микротравмы, могут снизить сопротивление до величины, близкой к величине внутреннего сопротивления, при этом возрастает опасность поражения человека током. Такое же влияние оказывает и увлажнение кожи водой или потом, а также загрязнение ее токопроводящей пылью и грязью.

В связи с различным электрическим сопротивлением кожи на разных участках тела **на сопротивление в целом влияют место приложения контактов и их площадь.**

**Сопrotивление** тела человека падает при увеличении значения тока и длительности его прохождения за счет усиления местного нагрева кожи, приводящего к расширению сосудов, а, следовательно, к усилению снабжения этого участка кровью и увеличению потовыделения.

**Повышение напряжения**, приложенного к телу человека, уменьшает в десятки раз сопротивление кожи, а, следовательно, и полное сопротивление тела, которое приближается к своему наименьшему значению 300-500 Ом. Это объясняется пробоем рогового слоя кожи, ростом тока, проходящего через кожу, и другими факторами.

**Род тока и частоты** также влияет на значение электрического сопротивления. При частотах 10-20 кГц наружный слой кожи практически утрачивает сопротивление электрическому току.

**Сопrotивление тела человека зависит от пола и возраста людей:** у женщин это сопротивление меньше, чем у мужчин, у детей – меньше, чем у взрослых, у молодых меньше, чем у пожилых. Объясняется это толщиной и степенью огрубления верхнего слоя кожи. Кратковременное (на несколько минут) снижение сопротивления тела человека (на 20-50%) вызывают внешние неожиданно возникающие физические раздражения: болевые (удары, уколы), световые и звуковые.



## Влияние величины тока на исход поражения

Сила электрического тока, проходящего через тело человека, и есть основной фактор, обуславливающий исход поражения.

Человек начинает ощущать воздействие проходящего через него переменного тока величиной **0,6-1,4 мА**. Этот ток называется пороговым ощутимым.

При токе **10-15 мА** человек не может оторвать рук от электропроводов, самостоятельно разорвать цепь поражающего его тока. Такой ток принято называть неотпускающим. Ток меньшего значения называется отпускающим.

Ток **50 мА** поражает органы дыхания и сердечнососудистую систему. При **100 мА** наступает фибриляция сердца, заключающаяся в беспорядочном, хаотическом сокращении и расслаблении мышечных волокон сердца. Оно останавливается, кровообращение прекращается.

Ток больше **5 А**, как правило, фибрилляцию сердца не вызывает. При таких токах происходит немедленная остановка сердца и паралич дыхания. Если действие тока кратковременное (до 1-2 с) и не вызывает повреждения сердца (в результате нагрева, ожога и т.п.), то после отключения тока сердце самостоятельно возобновляет нормальную деятельность, а для восстановления дыхания требуется немедленная помощь в виде искусственного дыхания.

## Участки тела человека, особенно уязвимые к электрическому току

По наблюдениям некоторых исследователей такие «опасные» участки тела есть.

Это так называемые акупунктурные точки площадью 2-3 мм<sup>2</sup>.

Их электрическое сопротивление всегда меньше электрического сопротивления зон, лежащих вне акупунктурных зон.

**Наиболее уязвимыми местами человеческого тела, находящимися в зоне акумуляции, являются тыльная часть кисти, рука на участке выше кисти, шея, висок, спина, передняя часть ноги, плечо.**

Электрическая цепь, возникающая через чувствительные к току зоны даже при небольших токах, может в ряде случаев привести к смертельному исходу.



## **Влияние на исход поражения длительности прохождения тока через организм человека**

**Чем продолжительнее действие тока, тем больше вероятность тяжелого или смертельного исхода.**

Такая зависимость объясняется тем, что с увеличением времени воздействия тока на живую ткань возрастает значение этого тока (за счет уменьшения сопротивления тела), накапливаются последствия воздействия тока на организм и повышается вероятность совпадения момента прохождения тока через сердце с особенно уязвимой для тока фазой Т сердечного цикла (кардиоцикл).

В этот период заканчивается сокращение желудочков, которые переходят в расслабленное состояние, и возникновение фибрилляции при прохождении тока наиболее вероятно.

## **Значение на исходе поражения имеет путь тока в теле пострадавшего!**

**Если на пути тока оказываются жизненно важные органы – сердце, легкие, головной мозг, опасность их поражения весьма велика.**

**Если же ток проходит иными путями, то воздействие его на жизненно важные органы может быть рефлекторным, т.е. через центральную нервную систему, благодаря чему вероятность тяжелого исхода резко уменьшается.**

**Поскольку путь тока зависит от того, какими участками тела пострадавший прикасается к токоведущим частям, его влияние на исход поражения проявляется еще и потому, что сопротивление кожи на разных участках тела различно.**

**Наиболее характерные цепи тока через человека – это рука – нога, рука – рука, рука – туловище (соответственно 56,7; 12,2 и 9,8% травм).**

**Наименее опасен путь тока по цепи нога – нога. Однако и в этом случае человек может упасть, и в результате возникнет новая цепь тока рука – нога.**

## Влияние рода и частота тока на исход поражения

Постоянный ток примерно в 4-5 раз безопаснее переменного тока частотой 50 Гц. Однако это характерно для относительно небольших напряжений – до 250 – 300 В. При более высоких напряжениях опасность постоянного тока возрастает.

Уже в интервале напряжений 400 – 600 В опасность постоянного тока практически равна опасности переменного тока с частотой 50 Гц, а при напряжении более 600 В постоянный ток даже опаснее переменного. Особенно резкие болевые ощущения при попадании под постоянное напряжение в момент замыкания и размыкания электрической цепи.

С увеличением частоты переменного тока, проходящего через тело человека, полное сопротивление тела уменьшается, а величина проходящего тока возрастает. Однако уменьшение сопротивления возможно лишь в пределах частот от 0 до 50-60 Гц; дальнейшее же повышение частоты сопровождается снижением опасности поражения, которая полностью исчезает при частоте 450 – 500 кГц. Но эти токи сохраняют опасность ожогов, как в случае возникновения электрической дуги, так и при прохождении их непосредственно через тело человека.

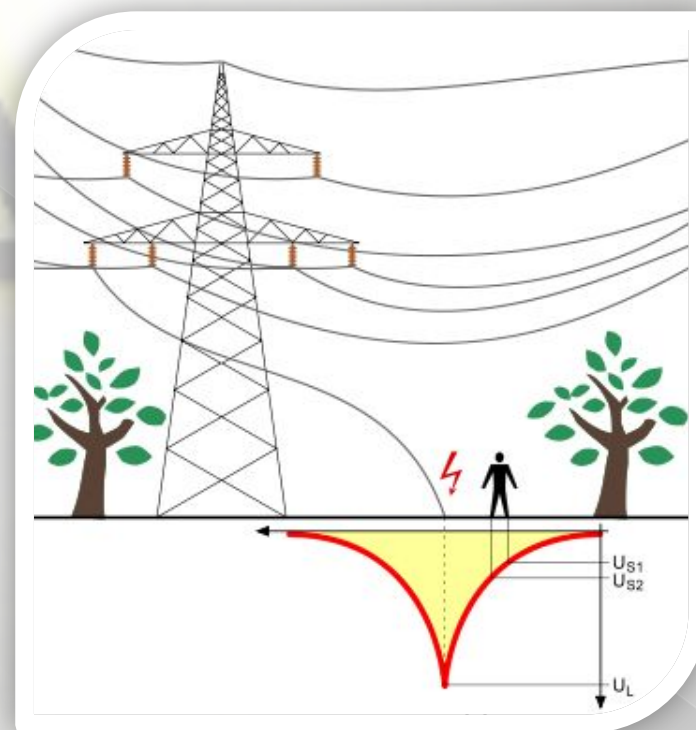
Снижение опасности поражения током с увеличением частоты становится практически заметным при частоте 1000 – 2000 Гц.

**Шаговое напряжение** — напряжение, обусловленное электрическим током, протекающим в земле или токопроводящем полу, и равное разности потенциалов между двумя точками поверхности земли (пола), находящимися на расстоянии одного шага человека (1 м).

Шаговое напряжение зависит от длины шага, удельного сопротивления грунта и силы протекающего через него тока. Опасное шаговое напряжение может возникнуть, например, около упавшего на землю провода под напряжением или вблизи заземлителей электроустановок при аварийном коротком замыкании на землю (допустимые значения сопротивления заземлителей и удельное сопротивление грунта нормируются для того, чтобы избежать подобной ситуации).

При попадании под шаговое напряжение возникают непроизвольные судорожные сокращения мышц ног и, как следствие, падение человека на землю. Ток начинает проходить между новыми точками опоры - например, от рук к ногам, что чревато смертельным поражением.

**При подозрении на шаговое напряжение надо покинуть опасную зону минимальными шажками («гусиным шагом») или прыжками!**



Напряжением прикосновения (для человека)  $U_{пр}$  называется напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек, или падение напряжения в сопротивлении тела человека, В:

$$U_{пр} = I_h * R_h ,$$

где  $I_h$  - ток, проходящий через человека по пути "рука - ноги", А;

$R_h$  - сопротивление тела человека, Ом.

В области защитных заземлений, занулений и т. п. одна из этих точек имеет потенциал заземлителя  $\varphi_3$ , а другая — потенциал основания в том месте, где стоит человек,  $\varphi_{осн}$ . При этом напряжение прикосновения:

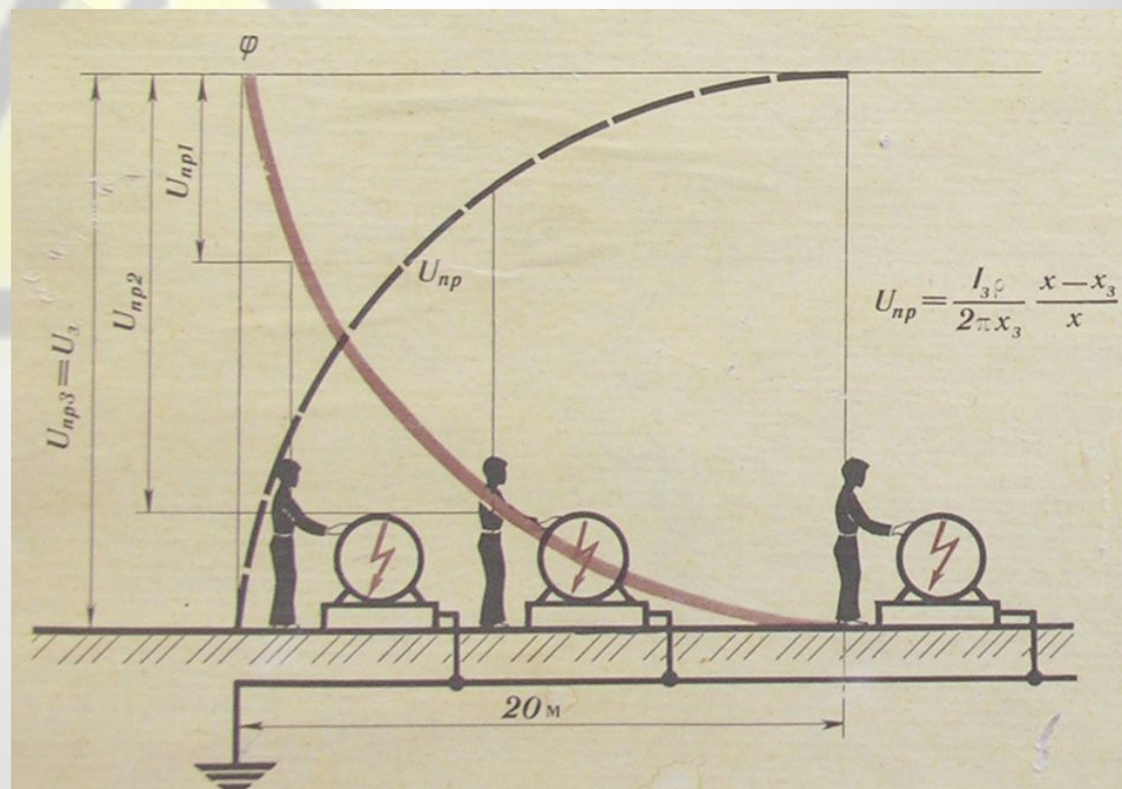
$$U_{пр} = \varphi_3 - \varphi_{осн}$$

Если принять во внимание характер изменения потенциала по поверхности грунта и пренебречь сопротивлением растеканию тока основания,

то  $U_{пр} = \varphi_3 * \alpha_1$ ,

где  $\alpha_1$  - коэффициент, называемый коэффициентом напряжения прикосновения или просто коэффициентом прикосновения, учитывающим форму потенциальной кривой:

$$\alpha_1 = \left( 1 - \frac{\varphi_{осн}}{\varphi_3} \right) \leq 1.$$



# Основные термины и определения

Под **электробезопасностью** понимается система организационных, технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

## **Электробезопасность должна обеспечиваться:**

- выполнением требований (правил и норм) к конструкции и устройству электроустановок, установленных в стандартах Системы стандартов безопасности труда, а также в стандартах и технических условиях на электротехнические изделия;
- высоким уровнем организации эксплуатации электрохозяйства на предприятии (в организации, сельском хозяйстве);
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.



# Система стандартов безопасности труда

- ГОСТ 12.0.001-82 СИСТЕМА СТАНДАРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ
- ГОСТ 12.0.002-80\* СИСТЕМА СТАНДАРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ
- ГОСТ 12.0.003-74\* СИСТЕМА СТАНДАРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА. **ОПАСНЫЕ И ВРЕДНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ**
- ГОСТ 12.0.004-90 СИСТЕМА СТАНДАРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА. **ОРГАНИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА**
- ГОСТ 12.0.005-84 СИСТЕМА СТАНДАРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА. **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА**
- ГОСТ 12.0.230-2007 СИСТЕМА СТАНДАРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА. **СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ILO-OSH2001**
- ГОСТ 12.1.001-89 СИСТЕМА СТАНДАРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА. **УЛЬТРАЗВУК**
- ГОСТ 12.1.002-84 СИСТЕМА СТАНДАРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА. **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ**
- ГОСТ 12.1.003-83 СИСТЕМА СТАНДАРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА. **ШУМ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**
- ГОСТ 12.1.004-91 СИСТЕМА СТАНДАРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА. **ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Электротравмой** называется травма, вызванная действием электрического тока или электрической дуги. Явления, характеризующиеся совокупностью электротравм, называются **электротравматизмом**.

Возникновение электротравмы чаще всего обусловлено следующими обстоятельствами:

- **случайным прикосновением к токоведущим частям, находящимися под напряжением.** Это происходит в результате ошибочных действий при выполнении работ вблизи или непосредственно на частях, находящихся под напряжением; неисправности защитных средств, посредством которых пострадавший прикасается к токоведущим частям; отсутствия четкой и правильной маркировки электрооборудования; самовольного снятия ограждений, переносных защитных заземлений, блокировок и шунтирование их;
- **появлением напряжения на металлических конструктивных частях электрооборудования (корпусах, кожухах), которые не должны находиться под напряжением.** Напряжение на этих частях образуется в результате повреждения изоляции токоведущих частей электрооборудования (механическое воздействие, электрический пробой, естественное старение и др.); падения провода, находящегося под напряжением, на конструктивные части электрооборудования; замыкание фаз сети на землю;
- **появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых производится работа, в результате ошибочного включения установки под напряжение или вследствие обратной трансформации;**
- **возникновение напряжения шага на участке земли, где находится человек.** Напряжение шага может возникнуть в результате замыкания фазы на землю, выноса потенциала различными протяженными электропроводящими предметами.

Весьма часто поражение электрическим током происходит при наличии повреждения в электроустановке (например, пробоя изоляции на корпус).

Изучение электротравм показывает, что поражение электрическим током носит вероятностный характер и наступает при совпадении двух факторов:  $\Phi(A)$  – вероятности того, что при прикосновении к электроустановке человек попал под напряжение, и  $\Phi(B)$  – вероятности того, что электрический ток, проходящий через человека, превысит с учетом времени воздействия допустимое значение.

Следует иметь в виду, что фактор  $A$  может наступить лишь в том случае если контакт человека с электроустановкой совпадает по времени с наличием напряжения по ней.

Возникновение электротравмы может быть также связано с действием атмосферного электричества при грозовых разрядах, с действием электрической дуги, с освобождением человека, находящегося под напряжением, от действия электрического тока.

Единой классификации причин травматизма, и в том числе электротравматизма, в стране нет. В «Методических указаниях по расследованию производственного электротравматизма» (ПТЭ электроустановок потребителей и ПТБ - Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок) предпринята попытка подразделить причины электротравм на **технические, организационно-технические, организационные и организационно-социальные**.

К **техническим** причинам относятся: несоответствие электроустановок, средств защиты и приспособлений требованиям безопасности и условиям применения, связанное с дефектами конструкторской документации, изготовления, монтажа и ремонта; неисправности установок, средств защиты и приспособлений, возникшие в процессе эксплуатации.

К **организационно-техническим** причинам следует относить несоблюдение технических мероприятий безопасности, которые должны осуществлять потребители на стадии эксплуатации (обслуживания) электроустановок. К организационно-техническим причинам относятся также несвоевременная замена неисправного или устаревшего оборудования и использование установок, не принятых в эксплуатацию в предусмотренном порядке (в том числе самодельных).

К **организационным** причинам электротравм следует относить невыполнение и неправильное выполнение организационных мероприятий безопасности. Организационной причиной электротравм является также несоответствие работы заданию.

К **организационно-социальным** причинам электротравм относятся:

- работа в сверхурочное время (в том числе работа по ликвидации последствий аварий);
- несоответствие работы специальности;
- нарушение трудовой дисциплины;
- допуск к работе в электроустановках лиц моложе 18 лет;
- привлечение к работе лиц, не оформленных приказом о приеме на работу в организацию;
- допуск к работе лиц, имеющих медицинское противопоказание.

В учебной литературе часто отмечается важность установления **санитарно-гигиенических** причин, к числу которых можно отнести неблагоприятные метеорологические условия, неудовлетворительную освещенность, повышенный уровень шума и вибрации, наличие вредных облучений и т.д.

Кроме того, в последнее время все большее значение придается **человеческому фактору**, где главное место принадлежит социально-психологическим и психофизиологическим аспектам. Среди них следует отметить: несоответствие анатомно-физиологических и психологических особенностей организма человека условиям труда; совершение ошибочных действий вследствие высокой тяжести и напряженности труда, повышенной утомляемости, снижения внимательности; монотонные условия труда; недостаточную профессиональную подготовленность; неудовлетворительный психологический климат в коллективе; болезненное состояние; алкогольное опьянение и др.

С точки зрения системного подхода **вероятность поражения электрическим током определяется состоянием системы человек-электроустановка-среда.** Нарушения в этой системе чаще всего приводят к электротравмам и авариям.

**Вероятность электротравм на производстве в большей степени повышается из-за воздействия следующих факторов:**

- протяженности и разветвленности электрических сетей;
- необходимости постоянного контакта с нетоковедущими частями электроустановок и их связью с технологическим оборудованием;
- большого числа орудий и предметов труда, проводящих электрический ток;
- подвижности механизмов, связанных с электроустановками, протяженными металлическими конструкциями, на которых возможно появление опасного для человека напряжения;
- значительного числа ручного электроинструмента и переносных пультов управления;
- большого объема электросварочных работ;
- значительного числа людей **неэлектрических специальностей на предприятиях, но тем или иным образом связанных с эксплуатацией электроустановок;**
- выполнения работ с использованием электроустановок в замкнутых токопроводящих резервуарах;
- повышенных температуры и влажности, отрицательно влияющих на изоляцию электроустановок в некоторых производственных помещениях.

# Классификация помещений по условиям среды

По условиям среды производственные помещения разделяются на **сухие, влажные, сырые, особо сырые, жаркие, пыльные** (с токопроводящей и нетокопроводящей пылью), помещения с химически активной или органической средой.

**Сухими** называются помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60%.

К **влажным** относятся помещения, в которых пары или конденсирующая влага выделяются лишь кратковременно и, притом, в небольших количествах, а относительная влажность воздуха более 60%, но не превышает 75%.

**Сырыми** являются помещения, в которых относительная влажность воздуха длительно превышает 75%.

**Особо сырыми** называются помещения, где относительная влажность воздуха близка к 100% (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).

К **жарким** относятся помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически (более суток) 35<sup>0</sup>C (например, помещения с сушилками, сушильными и обжигательными печами, котельные и т.п.).

**Пыльными** называются помещения, где по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т.п. и, отлагаясь на электроустановках, ухудшать условия охлаждения и изоляции. Пыльные помещения могут быть как токопроводящей пылью, так и с нетокопроводящей пылью.

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

# Классификация помещений по опасности поражения людей электрическим током

**Различаются:**

- 1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.**
- 2. Помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:**
  - сырости или токопроводящей пыли;
  - токопроводящих полов (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.);
  - высокой температуры;
  - возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.
- 3. Особо опасные помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:**
  - особой сырости;
  - химически активной или органической среды;
  - одновременно двух или более условий повышенной опасности.
- 4. Территории размещения наружных электроустановок. В отношении опасности поражения людей электрическим током эти территории приравниваются к особо опасным помещениям.**



# Классификация помещений по доступности электрооборудования

По доступности электрооборудования различаются следующие помещения:

1. Замкнутые электротехнические помещения, в которых установлено электрооборудование, не требующее постоянного надзора, и поэтому находящиеся под замком.

2. Электротехнические помещения или их отгороженные части, в которых установлено электрооборудование, требующее постоянного присутствия электротехнического персонала. Так как люди находятся в этих помещениях длительное время, то возможны ослабления внимания и как следствия – контакт с элементами электроустановки, находящимися под опасным напряжением.

3. Производственные помещения, в которых длительный контакт с электрооборудованием (электропроводами станков, осветительными устройствами и т.д.) имеют лица без специальной подготовки.

# Классификация помещений по условиям электробезопасности

**Электроустановками** называются 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 ее в другой вид энергии.

**Действующими электроустановками** считаются такие установки или их участки, которые находятся под напряжением полностью или частично или на которые в любой момент может быть подано напряжение быть подано напряжение включением коммутационной аппаратуры.

В соответствии с правилами устройства электроустановок (ПУЭ) по условиям электробезопасности электроустановки разделяются на установки **до 1 кВ** включительно и **выше 1 кВ**.

Классификация электроустановок по **степени защищенности от влияния внешних условий**: электроустановки, не защищенные зданием от атмосферных воздействий, относятся к **открытым или наружным** электроустановкам. При этом электроустановки, защищенные только навесами, сетчатыми ограждениями и т.п., рассматриваются как наружные.

**Закрытыми или внутренними** называются установки, размещенные внутри здания, защищающего их атмосферных воздействий.

## Классификация электрических изделий, выпускаемых промышленностью, по способу защиты людей от поражения электрическим током

Все электрические изделия по способу защиты человека от поражения электрическим током подразделяется на **пять классов**.

К классу 0 относятся изделия, имеющие рабочую изоляцию и не имеющие элементов заземления или другой защиты от поражения электрическим током.

К классу 0I относятся изделия, имеющие рабочую изоляцию, элемент для заземления и провод без заземляющей жилы для присоединения к источнику питания.

К классу I относятся изделия, имеющие рабочую изоляцию и элемент для заземления. В случае, если изделие класса I имеет провод для присоединения к источнику питания, этот провод должен иметь заземляющую жилу и вилку с лишним заземляющим контактом для включения в специальную розетку с дополнительным гнездом.

К классу II относятся изделия, имеющую двойную изоляцию или усиленную изоляцию и не имеющие элементов для заземления

К классу III относятся изделия, не имеющие ни внутренних, ни внешних электрических цепей выше 42 В.



## КЛАССЫ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОГО ИНСТРУМЕНТА ПО ТИПУ ЗАЩИТЫ ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

КЛАСС I	КЛАСС II	КЛАСС III
<b>ИМЕЕТ ОСНОВНУЮ ИЗОЛЯЦИЮ И ЗАЩИТНЫЙ (ЗАЗЕМЛЯЮЩИЙ) ПРОВОД</b>	<b>ИМЕЕТ ДВОЙНУЮ (ОСНОВНУЮ И ДОПОЛНИТЕЛЬНУЮ) ИЗОЛЯЦИЮ</b>	<b>ПИТАНИЕ - СВЕРХНАПЯКОЕ БЕЗОПАСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ</b> Максимальное напряжение - не более 50 В переменного и 120 В постоянного тока

**ЗАЗЕМЛЯТЬ ЗАПРЕЩАЕТСЯ**

УСТРОЙСТВА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ:

устройство защитного отключения (УЗО)

отдельный раздельный трансформатор

автономный генератор

Применяются при условии подключения только одного электроприемника

### УСЛОВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТА РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ И ЭЛЕКТРОЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ

	КЛАСС I	TN-S	TN-S	TN-C	КЛАСС II	КЛАСС III
<b>ПОМЕЩЕНИЯ БЕЗ ПОМЫШЛЕННОЙ ОПАСНОСТИ</b>						
<b>ПОМЕЩЕНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТЬЮ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• относительная влажность более 75%</li> <li>• температура выше</li> <li>• напряжение более +35 °C</li> <li>• наличие агрессивных химических веществ, а также газов, и наличие пыли, а также наличие электромагнитных волн, и др.</li> </ul>						
<b>ОСОБО ОПАСНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• относительная влажность более 80%</li> <li>• температура воздуха или оборудования выше</li> <li>• наличие 2 и более потенциально опасных элементов</li> <li>• наличие опасных электроприборов</li> </ul>						
<b>НАЛИЧИЕ ОСОБО ОПАСНЫХ УСЛОВИЙ</b> Работа в сухих помещениях, отсутствие пыли, газов, кислот и других вредных веществ и повышенный относительный уровень влажности						

### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ РАЗРЕШАЕТСЯ ПРИМЕНЯТЬ:



## Электрическая сеть. Различие между приемником и потребителем электрической энергии

**Электрической сетью** называется совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных устройств, токопроводов, воздушных (ВЛ) и кабельных линий электропередачи, работающих на определенной территории.

**Приемником электрической энергии (электроприемником)** называется аппарат, агрегат, механизм, предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии.

Под **потребителем электрической энергии** понимается электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом и размещающихся на определенной территории.

# Классификация обслуживающего персонала

Квалифицированным обслуживающим персоналом называются специально подготовленные лица, прошедшие проверку знаний в объеме, обязательном для данной работы (должности), и имеющие квалификационную группу по технике безопасности, предусмотренную «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП).

Приоритетность, которой следует придерживаться при наличии разночтений в нормативно-технических документах по электробезопасности:

Основополагающими документами являются государственные стандарты (ГОСТы), далее следуют «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ), «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП) и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», отраслевые стандарты и другие нормативно-технические документы отраслевого характера.

Для обозначения обязательности выполнения правил применяются слова: «должен», «следует», «необходимо» и производные от них. Слова «как правило» означают, что данное требование является преобладающим, а отступление от него должно быть обосновано. Слово «допускается» означает, что данное решение применяется в виде исключения как вынужденное (вследствие стесненных условий, ограниченности ресурсов необходимого оборудования материалов, материалов и т.п.). Слово «рекомендуется» означает, что данное решение является одним из лучших, но не обязательным.

# Группы по электробезопасности

В соответствии с ПТЭЭП (Правила Технической Эксплуатации Электроустановок Потребителя) и ПТБ для персонала, обслуживающего (работающего) электроустановки, установлено 5 квалификационных групп по электробезопасности.

- I квалификационная группа** присваивается неэлектротехническому производственному персоналу: обслуживающему электропечи и т.п.
  - II квалификационная группа** присваивается квалификационной комиссией неэлектротехническому персоналу, обслуживающему установки и оборудование с электроприводом, электросварщики (без права подключения), термисты установок ТВЧ, машинисты грузоподъемных машин, передвижные машины и механизмы с электроприводом, работающим с ручными электрическими машинами и другими переносными электроприемниками и т.д.
  - III квалификационная группа** присваивается только электротехническому персоналу. Эта группа дает право единоличного обслуживания, осмотра, подключения и отключения электроустановок от сети напряжения до 1000 В.
  - IV квалификационная группа** присваивается только лицам электротехнического персонала. Лица с квалификационной группой не ниже IV имеют право на обслуживание электроустановок напряжением выше 1000 В.
  - V квалификационная группа** присваивается лицам, ответственным за электрохозяйство, и другому инженерно-техническому персоналу в установках напряжением выше 1000 В.
- Лица с V квалификационной группой имеют право отдавать распоряжения и руководить работами в электроустановках напряжением как до 1000 В, так и выше.

## Группы по электробезопасности электротехнического (электротехнологического) персонала и условия их присвоения

Группа по электробезопасности	Минимальный стаж работы в электроустановках, мес.						Требования к персоналу
	Персонал организаций			Практиканты			
	не имеющий среднего образования	со средним образованием	со средним электротехническим и высшим техническим образованием	с высшим электротехническим образованием	профессионально-технических училищ	институтов и техникумов (колледжей)	
II	после обучения по программе не менее 72 часов		не нормируется				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Элементарные технические знания об электроустановке и ее оборудовании.</li> <li>2. Отчетливое представление об опасности электрического тока, опасности приближения к токоведущим частям.</li> <li>3. Знание основных мер предосторожности при работах в электроустановках.</li> <li>4. Практические навыки оказания первой помощи пострадавшим.</li> </ol>



# Группы по электробезопасности электротехнического (электротехнологического) персонала и условия их присвоения

Группа по электробезопасности	Минимальный стаж работы в электроустановках, мес.						Требования к персоналу
	Персонал организаций				Практиканты		
	не имеющий среднего образования	со средним образованием	со средним электротехническим и высшим техническим образованием	с высшим электротехническим образованием	профессионально технических училищ	институтов и техникумов (колледжей)	
<b>III</b>	3 в предыдущей группе	2 в предыдущей группе	2 в предыдущей группе	1 в предыдущей группе	6 в предыдущей группе	3 в предыдущей группе	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Элементарные познания в общей электротехнике.</li> <li>2. Знание электроустановки и порядка ее технического обслуживания.</li> <li>3. Знание общих правил техники безопасности, в том числе правил допуска к работе, правил пользования и испытаний средств защиты и специальных требований, касающихся выполняемой работы.</li> <li>4. Умение обеспечить безопасное ведение работы и вести надзор за работающими в электроустановках.</li> <li>5. Знание правил освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой медицинской помощи</li> </ol>

# Группы по электробезопасности электротехнического (электротехнологического) персонала и условия их присвоения

Группа по электро-безопасности	Минимальный стаж работы в электроустановках, мес.					Требования к персоналу	
	Персонал организаций			Практиканты			
	не имеющий среднего образования	со средним образованием	со средним электротехническим и высшим техническим образованием	с высшим электротехническим образованием	профессионально-технических училищ		институтов и техникумов (колледжей)
<b>IV</b>	6 в предыдущей группе	3 в предыдущей группе	3 в предыдущей группе	2 в предыдущей группе	-	-	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Знание электротехники в объеме специализированного профессионально-технического училища.</li> <li>2. Полное представление об опасности при работах в электроустановках.</li> <li>3. Знание настоящих Правил, правил технической эксплуатации электрооборудования, правил пользования и испытаний средств защиты, устройства электроустановок и пожарной безопасности в объеме занимаемой должности.</li> <li>4. Знание схем электроустановок и оборудования обслуживаемого участка, знание технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работ.</li> <li>5. Умение проводить инструктаж, организовывать безопасное проведение работ, осуществлять надзор за членами бригады.</li> <li>6. Знание правил освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой медицинской помощи и умение практически оказывать ее пострадавшему.</li> <li>7. Умение обучать персонал правилам техники безопасности,</li> </ol>

# Группы по электробезопасности электротехнического (электротехнологического) персонала и условия их присвоения

Группа по электробезопасности	Минимальный стаж работы в электроустановках, мес.					Требования к персоналу	
	Персонал организаций			Практиканты			
	не имеющий среднего образования	со средним образованием	со средним электротехническим и высшим техническим образованием	с высшим электротехническим образованием	профессионально-технических училищ		институтов и техникумов (колледжей)
<b>V</b>	24 в предыдущей группе	12 в предыдущей группе	6 в предыдущей группе	3 в предыдущей группе	-	-	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Знание схем электроустановок, компоновки оборудования технологических процессов производства.</li> <li>2. Знание настоящих Правил, правил пользования и испытаний средств защиты, четкое представление о том, чем вызвано то или иное требование.</li> <li>3. Знание правил технической эксплуатации, правил устройства электроустановок и пожарной безопасности в объеме занимаемой должности.</li> <li>4. Умение организовать безопасное проведение работ и осуществлять непосредственное руководство работами в электроустановках любого напряжения.</li> <li>5. Умение четко обозначать и излагать требования о мерах безопасности при проведении инструктажа работников.</li> <li>6. Умение обучать персонал правилам техники безопасности, практическим приемам медицинской помощи.</li> </ol>

## Область применения «Правил устройства электроустановок», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) распространяются на вновь сооружаемые и реконструируемые установки до 500кВ, в том числе на специальные электроустановки, оговоренные правилами.

Устройство специальных электроустановок, не оговоренных правилами, должно регламентироваться другими директивными документами. Отдельные требования ПУЭ могут применяться для таких электроустановок в той мере, в какой они по исполнению и условиям работы аналогичны электроустановкам, оговоренным в правилах.

Отдельные требования правил можно применять для действующих электроустановок, если это упрощает электроустановку, если расходы по реконструкции обоснованы технико-экономическим расчетом или если эта реконструкция направлена на обеспечение тех требований безопасности, которые распространяются на действующие электроустановки.

По отношению к реконструируемым электроустановкам требования ПУЭ распространяются лишь на реконструируемую часть электроустановок, например на аппараты, заменяемые по условиям короткого замыкания.

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей распространяются на действующие электроустановки потребителей, на установки электрических станций, электрических сетей Минэнерго и электрических сетей предприятий жилищно-коммунального хозяйства.

Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей распространяются на персонал, обслуживающий действующие электроустановки, производящий в них оперативные переключения, выполняющий и организующий ремонтные, монтажные, наладочные работы и испытания.

Как «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», так и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» являются общероссийскими, обязательными для выполнения организациями, ведомствами, предприятиями и учреждениями.

## Особенности расследования несчастных случаев, связанных с поражением электрическим током

Основным документом, определяющим порядок расследования несчастных случаев, связанных с поражением электрическим током, кроме «Положения о расследовании и учете несчастных случаев на производстве», являются «Методические указания по расследованию электротравм на производстве».

В соответствии с этими указаниями при расследовании тяжелых, групповых и смертельных случаев дополнение к материалам специального расследования заполняется карта электротравмы, утвержденная Госкомстатом РФ.

Заполнение карты электротравмы возложены на инспектора энергонадзора, контролирующего данное предприятие, с участием лица, ответственного за электрохозяйство предприятия.

В этих указаниях изложены методологические основы расследования электротравм на производстве (порядок работы комиссии, расследования обстоятельств электротравм, установление причин электротравм, определение факторов, обуславливающих тяжесть электротравм, оформление и рассылка материалов расследования). Кроме того, даны указания по заполнению карты электротравмы.

## Состав комиссии по расследованию несчастных случаев, связанных с поражением электрическим током

Работу комиссии по расследованию тяжелых, смертельных и групповых электротравм возглавляет инспектор энергонадзора, контролирующей организацию.

Если упомянутый инспектор не может немедленно прибыть на место происшествия, руководитель организации энергонадзора должен отправить на расследование другого инспектора.

От администрации и комитета профсоюза организации, где произошел несчастный случай, в комиссию целесообразно привлекать таких представителей, которые к расследуемому случаю не причастны.

Инспектор энергонадзора и технический инспектор труда (совместно) при участии привлеченных к расследованию представителей администрации и комитета профсоюза данного предприятия, представителя вышестоящего хозяйственного органа немедленно расследуют несчастный случай и в 7-дневный срок составляют акт о нем.

Указанные случаи электротравматизма, происшедшие на объектах, подконтрольных энергонадзору и технадзору, расследуются совместно инспекторами этих организаций и технической инспекцией труда.

Несчастные случаи, которым не предшествовал электроудар, к электротравмам не относятся. К таким случаям, в частности, относятся: ожог трансформаторным маслом, травмирование продуктами взрыва электрооборудования, падающей опорой воздушной линии, травмирование вращающимися частями электрических машин.

Расследованию подлежат электротравмы (легкие, тяжелые, смертельные и групповые), вызвавшие утрату трудоспособности не менее, чем на один день.

При расследовании электротравм производится техническая экспертиза. Техническая экспертиза производится, когда необходимо разрешить сложные технические вопросы, связанные с расчетами, измерениями и т.п.

В качестве экспертов приглашаются специалисты из других организаций – работники научно-исследовательских и учебных институтов, конторских бюро и т.п.

Установление виновности пострадавшего и других лиц в обязанности технических экспертов не входит.

К документам, с которыми следует ознакомиться комиссии, относятся: наряд на производство работы, оперативный журнал, оперативная схема, графики работ, журналы проверки изоляции, заземления, журналы инструктажа, противоаварийных тренировок, удостоверение пострадавшего на право работы в действующих электроустановках, его личная карточка по технике безопасности, приказы, распоряжения и другие документы, определяющие ответственность должностных лиц за соблюдение безопасности работ, предписания органов Государственного надзора, производственные инструкции для того вида работ, при выполнении которых произошла травма.

Опрос пострадавшего целесообразно проводить в процессе осмотра места, где произошла электротравма. Если пострадавший госпитализирован, то его следует опрашивать после осмотра места и только с разрешения врача.

**При опросе пострадавшего необходимо  
выяснить следующее:**

- какую именно работу он выполнял и что делал непосредственно перед несчастным случаем;
- от кого, когда и в какой форме он получил задание на выполнение данной работы;
- имелись ли у него средства индивидуальной защиты, инструмент и приспособления, предусмотренные технологией работ и правилами техники безопасности, пользовался ли он ими при работе, и если не пользовался, то почему;
- самочувствие перед электротравмой
- кто присутствовал в момент травмы.



**Опрос очевидцев нужно проводить на месте с тем, чтобы они могли показать, где находился пострадавший, и рассказать о его действиях в момент травмы и после нее.**

**В беседе с очевидцами необходимо выяснить:**

- в связи с чем они были на месте происшествия и что делали сами;
- что именно видели и слышали в момент травмирования;
- как вел себя пострадавший до, в момент и после травмы (был ли он чем-либо подавлен или возбужден, жаловался ли на недомогание, был ли трезв, звал ли на помощь, каким образом освободился от действия тока, терял ли сознание);
- кто еще был очевидцем происшествия.

**Кроме очевидцев необходимо опросить работников цеха, участка, где произошла травма, с целью выяснения других обстоятельств, которые могли способствовать этому.**

**Очевидцы тяжелых, смертельных и групповых электротравм представляют после опроса объяснительные записки, которые впоследствии прилагаются к материалам расследования.**

При осмотре места, где произошла электротравма, следует установить:

- расположение источника травмы (электроопасного элемента), способ электропитания установки, техническое состояние проводов, шин и других токоведущих частей, изоляции, наличие следов оплавления, обугливания, поломок, кусков одежды и пр.;
- категорию помещения (территории) с точки зрения электроопасности;
- наличие защитного заземления, зануления, ограждений, блокировок, знаков безопасности, средств индивидуальной защиты и приспособлений, их состояние и возможность использования и др.

При расследовании обстоятельств электротравмы, вызванной молнией, необходимо проверить качество молниезащиты (расстояние между молниеотводом и защищаемым объектом, наличие соединений с землей металлических конструкций, трубопроводов, оболочек кабелей, крюков изоляторов и т.п.).

Если поражение молнией произошло вне зоны действия молниезащиты, то следует выяснить, в каком именно месте находился пострадавший во время грозы (поле, лес, комбайн, опора воздушной линии и т.п.) и в связи с какой работой.

В случае поражения наведенным зарядом, шаговым напряжением, вынесенным потенциалом, определяют откуда (с какой установки) появился заряд (потенциал), расстояние между этой установкой (шиной, проводом) и местом, где находился пострадавший, их взаимное расположение, связь с землей и т.п.

## **В программу расследования входят:**

- выявление обстоятельств получения электротравмы;
- установление причин электротравмы и определение мероприятий по предотвращению подобных травм;
- определение факторов, обуславливающих тяжесть электротравмы;
- оформление результатов (материалов) расследования.

До начала расследования нужно сохранить обстановку на месте происшествия такой, какой она была в момент несчастного случая (если это не помешают оказанию помощи пострадавшему, не будет угрожать жизни и здоровью окружающих, не вызовет аварий и не нарушит электроснабжение объектов, которые по условиям техпомощи должны работать непрерывно).

Если до начала расследования объект (часть объекта), на котором произошла электротравма, остается под напряжением, то следует при необходимости оградить опасный участок, вывесить знаки безопасности, поставить наблюдающих; крупногабаритные агрегаты и приспособления (автокраны, телескопические вышки, лестницы и т.п.), находившиеся в момент несчастного случая в соприкосновении с проводами, шинами и другими токоведущими частями, должны быть удалены из опасной зоны и оставлены вблизи нее.

Методологические основы анализа производственного электротравматизма изложены в методических рекомендациях.

В соответствии с этими рекомендациями в программу анализа должны входить:

- составление и исследование статистических распределений электротравм по признакам, характеризующим пострадавших, электроопасные установки и работа в них, цепи тока электропоражения, а также место и время травмирования;
- определение технических, организационно-технических, организационных и организационно-социальных причин электротравматизма и установление объективной значимости каждой отдельно взятой причины;
- обобщение информации о нарушении действующих нормативных документов, несовершенстве применяемых средств защиты, медико-биологических факторах электропоражения, конструктивных недостатках и неисправностях электроустановок;
- оценка материального ущерба от электротравматизма;
- подготовка предложений по снижению электротравматизма.

## Возможно рассчитать материальные потери от электротравм .

Рекомендуется следующая формула для расчета материальных потерь (МП) от электротравм:

$$МП = V_{ЛН} + C_{АЛ} + C_{КЛ} + П_{НС} + П_{ПК} + Д_{Р} + П_{О} + C_{Н'}$$

где  $V_{ЛН}$  – выплата пострадавшему;

$C_{АЛ}$  – стоимость амбулаторного лечения;

$C_{КЛ}$  – стоимость клинического лечения;

$П_{НС}$  - размер пенсии, назначенной пострадавшему;

$П_{ПК}$  – размер пенсии, назначенной родственникам пострадавшего;

$Д_{Р}$  – сумма доплаты пострадавшему в виде доплаты в виде разницы между назначенной пенсией и среднемесячной зарплатой;

$П_{О}$  – материальные потери в следствие простоя оборудования, на котором работал пострадавший;

$C_{Н'}$  – стоимость разрушенных оборудования, инструмента, зданий и сооружений (или стоимость восстановительных работ), а также испорченных материалов.