

Э.Н. Анпилов

**Материалы и методические рекомендации
по подготовке и проведению уроков
по электробезопасности**

Москва 2013

УДК 372.016:614
ББК 74.266.8
А699

Анпилов Э.Н.

А699 Материалы и методические рекомендации по подготовке и проведению уроков по электробезопасности. — М.: Издательская группа «Граница», 56 с., ил.

ISBN 978-5-94691-596-0

Данное методическое пособие рекомендовано в помощь преподавателю — организатору основ безопасности жизнедеятельности для подготовки и проведения уроков по электробезопасности в курсе изучения предмета «Основы безопасности жизнедеятельности» либо элементов уроков других школьных дисциплин (физика, химия, биология), где рассматривается влияние электрического тока (электрической дуги, электрического и магнитного полей) на организм человека.

УДК 372.016:614
ББК 74.266.8

ISBN 978-5-94691-596-0

© Анпилов Э.Н., 2013
© Издательская группа «Граница», 2013

Предисловие

Промышленность России постоянно развивается, расширяется и усложняется. Внедряется современное оборудование, применяются новые технологии. Примечательно, что почти все профессии на сегодняшний день, так или иначе, сопряжены с использованием электричества. Электрический ток представляет серьезную опасность для жизни человека, поэтому задача обеспечения электробезопасности очень важна. В связи с этим необходимо все большее внимание уделять вопросам электробезопасности среди населения. Особенно важно прививать навыки электробезопасного поведения детям и подросткам.

Данное пособие рекомендовано в помощь учителю для подготовки и проведения уроков по электробезопасности в курсе изучения предмета «Основы безопасности жизнедеятельности человека» либо элементов уроков других школьных дисциплин (физика, химия, биология), где может и должно рассматриваться влияние электрического тока (электрической дуги, электрического и магнитного полей) на организм человека. Проведение уроков по электробезопасности может быть организовано и в рамках классных часов. На такие уроки целесообразно приглашать специалистов предприятий и организаций электроэнергетики, которые помогут вам в подготовке к уроку.

Сложность преподавания темы «Электробезопасность» состоит в том, что наряду с известной сухостью преподаваемого материала ключевыми выступают такие слова, как: «Должно», «Необходимо», «Следует», «Не допускается», «Не разрешается», «Ни в коем случае», «Никогда», «Нельзя». Эти слова способны оттолкнуть от изучаемого материала, но наша с вами задача и состоит в том, чтобы

увлечь детей, ведь только увлеченный и заинтересованный ребенок способен впитывать учебный материал и использовать его в жизни.

Изучение любого нового материала должно иметь под собой прочный фундамент. В дошкольном и младшем школьном возрасте дети доверяют взрослым, принимая безусловно их авторитет и опыт. В этом возрасте слово учителя часто является аксиомой, а разъяснительная работа совместно с наглядными пособиями становится эффективной.

Что же касается старшего школьного возраста, то здесь учитель уже не выступает в роли авторитета. И не все, что говорит учитель, принимается за чистую монету. «Говорил нельзя, а оказывается можно... если осторожно». Хотя, конечно, языком лизнуть металлический предмет на морозе никто не согласится, т.е у них уже есть довольно большой жизненный опыт. И большинство старшеклассников знают, что такое электрический ток, что такое разность потенциалов, напряжение (и что напряжение — это и есть разность потенциалов), сопротивление, мощность, работа. Знакомы с фундаментальными законами физики (законы Ома для участка цепи и для полной цепи, закон Джоуля–Ленца). Им известно, что человеческий организм на 80% состоит из воды с растворенными в ней солями, а водный раствор соли называется электролитом. Также старшеклассникам известно о работе опорно-двигательного аппарата человека, нервной и кровеносной системах, системе дыхания. Они владеют понятиями нервный импульс, денатурация стадии белка и т.д. На этих уже полученных знаниях, плюс элементарные знания в области электробезопасности (нельзя касаться оголенных проводов, чинить включенные в розетку электроприборы, поливать их водой, пользоваться электроприборами мокрыми руками) необходимо строить свои уроки. Использовать, в качестве доказательства своим словам, видеоролики (порой не очень приятные и леденящие душу), в которых на объектах энергетики гибнут и получают увечья люди с низкой культурой поведения, оных в Интернете предостаточно. Ну и, конечно же, самым зрелищным и увлекающим (здесь преимущества у учителей физики и технологии) является демонстрационный эксперимент. Несложно в кабинете физики продемонстрировать напряжение прикосновения или напряжение шага. (Здесь необходимо заметить, что для этого должна быть хорошо оборудованная физическая лаборатория и контингент детей (обучающихся), которые не

будут в домашних условиях повторять такие опыты.) Работу электрической энергии можно соотнести с работой любой другой энергии (кинетической или потенциальной) для пущей убедительности в ее разрушительной способности.

Уроки по электробезопасности, безусловно являясь элементом политехнического образования, ярко выражая межпредметные связи, должны помочь обучающимся, а также их сверстникам, младшим братишкам и сестренкам, а быть может даже и родителям, минимизировать риски получения электротравм. И если благодаря вашим урокам сохранится хотя бы на одну жизнь больше, то все сделанное вами будет весьма дорогого стоить.

Электробезопасность. Планируемые результаты

Личностные результаты

1. Формирование целостного взгляда на современную действительность, концептуально новые тенденции государственных программ в области энергоэффективности, а также роль и значимость электроэнергетики как главенствующей отрасли промышленности страны.
2. Формирование уважительного отношения к современным научным взглядам, опыту российских ученых и инженеров в области электроэнергетики, профессиям, связанным с электроэнергетической отраслью.
3. Привитие культуры безопасного поведения на улице и дома, чувства ответственности за свои поступки.
4. Развитие навыков сотрудничества со взрослыми и сверстниками в разных ситуациях, особенно в критических, умение находить выходы из нестандартных ситуаций.

Предметные результаты

1. Развитие навыков определения нештатных (чрезвычайных) ситуаций.
2. Ознакомление с понятиями электротравма, поражающие факторы электрического тока, меры безопасности с электричеством различного происхождения.
3. Ознакомление с основными причинами поражения людей электрическим током.
4. Введение понятий: напряжение прикосновения, напряжение шага, охранная зона линии электропередачи, неотпускающий и

фибрилляционный ток, допустимые расстояния до токоведущих частей, находящихся под напряжением.

5. Формирование устойчивых понятий об обращении с электроприборами в быту и правилах поведения вблизи объектов электроэнергетики.

6. Формирование навыков поведения при приближении и прохождении грозового фронта.

7. Ознакомление с плакатами и знаками безопасности, их ролью и значением на объектах электроэнергетики.

Метапредметные результаты

1. Развитие знаний, умений, навыков учащихся по темам «Электричество и магнетизм», «Действие электрического тока на организм человека».
2. Развитие смыслового и логического мышлений.
3. Овладение способностью принимать и сохранять цели и задачи учебной деятельности, поиска средств ее осуществления.
4. Формирование умения планировать и оценивать учебные действия в соответствии с поставленной задачей и условиями ее реализации.
5. Овладение способностью самостоятельного принятия решения в условиях максимального ограничения или отсутствия времени.
6. Становление (углубление) форм познавательной и личностной рефлексии.

Термины, применяемые на уроках по электробезопасности и их определения

Воздушная линия электропередачи (ВЛ или ЛЭП)	Устройство для передачи электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным с помощью изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам и стойкам на инженерных сооружениях (мостах, путепроводах и т.п.).
«Должно», «Необходимо», «Следует», «Не допускается», «Не разрешается»	Обозначают обязательность выполнения требований правил электробезопасности.
«Допустимо», «Может»	Обозначают, что данное требование применяется в виде исключения, как вынужденное.
Заземление	Преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки системы электроустановки или оборудования с заземляющим устройством.
Защитное заземление	Заземление частей электроустановки с целью обеспечения электробезопасности.
Заземлитель	Проводник или совокупность металлических соединенных между собой проводников, находящихся в соприкосновении с землей.

Замыкание на землю	Случайное электрическое соединение токоведущей части непосредственно с землей, или нетоковедущими проводящими конструкциями, или предметами, не изолированными от земли.
Замыкание на корпус	Случайное электрическое соединение токоведущей части с металлическими нетоковедущими частями электроустановки.
Знак безопасности	Знак, предназначенный 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.
Изоляция рабочая	Электрическая изоляция токоведущих частей электроустановки, обеспечивающая ее нормальную работу и защиту людей от поражения электрическим током.
Кабельная линия	Линия для передачи электроэнергии или отдельных импульсов ее, состоящая из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами и крепежными деталями.
Напряжение прикосновения	Напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек.
Напряжение шага (шаговое напряжение)	Напряжение между двумя точками цепи тока, находящимися на расстоянии шага одна от другой, на которых одновременно стоит человек.

Охранная зона воздушных линий электропередачи	Зона вдоль ВЛ в виде земельного участка и воздушного пространства, ограниченная вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линии от крайних проводов на расстоянии, м: для ВЛ напряжением до 1 кВ — 2; для ВЛ 1–20 кВ — 10; для ВЛ 35 кВ — 15; для ВЛ 110 кВ — 20; для ВЛ 150, 220 кВ — 25. Зона вдоль переходов ВЛ через водоемы (реки, каналы, озера и др.) в виде воздушного пространства над водой, поверхностью водоема, ограниченная вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линии от крайних проводов для судоходных водоемов на расстоянии 100 м, для несудоходных — на расстоянии, предусмотренном для установления охранных зон вдоль ВЛ, проходящих по суше.
Охранная зона кабельных линий электропередачи	1. Участок земли вдоль подземных КЛ, ограниченный вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линии от крайних кабелей на расстоянии 1 м. 2. Часть водного пространства от водной поверхности до дна вдоль подводных КЛ, ограниченная вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линий от крайних кабелей на расстоянии 100 м.
Ток неотпускающий	Электрический ток, вызывающий при прохождении через тело человека непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник.
Ток фибрилляционный	Электрический ток, вызывающий при прохождении через организм фибрилляцию сердца.

Часть токоведущая	Часть электроустановки, нормально находящаяся под напряжением.
Часть нетокковедущая	Часть электроустановки, которая может оказаться под напряжением в аварийных режимах работы, например, корпус электрической машины.
Электрическая подстанция	Электроустановка, предназначенная для преобразования и распределения электрической энергии.
Электрическая сеть	Совокупность подстанций, распределительных устройств и соединяющих их электрических линий, размещенных на территории района, населенного пункта, и потребителей электрической энергии.
Электрозащитное средство	Средство защиты, предназначенное для обеспечения электробезопасности.
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 ее в другой вид энергии.
Электроустановка бытовая	Электроустановка, используемая в жилых и общественных зданиях всех типов, с которой могут взаимодействовать и взрослые, и дети.
Электро-безопасность	Система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электротока, электродуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электричество

Электричество имеет такую особенность, как отсутствие привычных для человека факторов, вызывающих тревогу или опасения о возможной опасности. Если приближающийся транспорт, падающий предмет, наличие запаха газа или другие осязаемые опасности могут «предупредить» человека о возможности получения травмы, то электричество никаких признаков присутствия опасности не проявляет — нет ни запаха, ни видимых причин для беспокойства, ни каких-либо других проявлений, которые могли бы вызвать тревогу или волнение. Электрический ток поражает внезапно, когда человек оказывается включенным в электрическую цепь прохождения тока. Более того, его отрицательное воздействие может проявиться не сразу: человек может погибнуть спустя несколько суток после электрического удара. (Поскольку далее на уроках электробезопасности будем говорить о том, что все работы в электроустановках по монтажу и подключению электрооборудования должны проводиться опытными специалистами, надо заметить, что у электриков есть специальные приборы по обнаружению электрического тока. Это различного рода указатели и сигнализаторы напряжения.)

Факт действия электрического тока на человека был установлен в последней четверти XVIII века. Опасность этого действия впервые установил изобретатель электрохимического высоковольтного источника напряжения В.В. Петров. Описание первых промышленных электротравм появилось значительно позже: в 1863 году — от постоянного тока и в 1882 году — от переменного.

Величина тока и напряжения

Электрический ток, как поражающий фактор, определяет степень физиологического воздействия на человека. Напряжение сле-

дует рассматривать лишь как фактор, обуславливающий протекание того или иного тока в конкретных условиях. Можно привести десятки примеров, когда люди гибнут от 12 вольт, и есть случаи «непоражения» человека при воздействии напряжения 10 000 вольт (при психологической готовности к электрическому удару, кратковременном воздействии тока, своевременном грамотном оказании доврачебной помощи пострадавшему). Поэтому совершенно неправомерной представляется формулировка о том, что поражающим фактором является «повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека».

Электрический ток, электротравмы и электротравматизм

Под электротравмой понимают травму, вызванную действием электрического тока или электрической дуги. Электротравматизм



характеризуют такие особенности: защитная реакция организма появляется только после попадания человека под напряжение, то есть когда электрический ток уже протекает через его организм. Электрический ток не только действует в местах контактов с телом человека и на пути прохождения через организм, но и вызывает рефлекторное действие, проявляющееся в нарушении нормальной деятельности сердечно-сосудистой и нервной системы, дыхания и т.д. Электротравму человек может получить как при непосред-

ственном контакте с токоведущими частями, так и при поражении напряжением прикосновения или шага, через электрическую дугу. Электротравматизм по сравнению с другими видами травматизма составляет небольшой процент, однако по числу травм с тяжелым, и особенно летальным, исходом занимает одно из первых мест.

Причины поражения человека электрическим током

Причины поражения человека электрическим током следующие: прикосновение к неизолированным токоведущим частям; к металлическим частям оборудования, оказавшимся под напряжением вследствие повреждения изоляции; к неметаллическим предметам, оказавшимся под напряжением; поражение током напряжения шага и через дугу.

Виды поражений человека электрическим током



Электрический ток, протекающий через организм человека, воздействует на него термически, электролитически и биологически. Термическое действие характеризуется нагревом тканей, вплоть до ожогов; электролитическое — разложением органических жидкостей, в том числе и крови; биологическое действие электрического тока проявляется в нарушении биоэлектрических процессов и сопровождается раздражением и возбуждением живых тканей и сокращением мышц вплоть до их разрыва. Различают два вида пораже-

ния организма электрическим током: электрические травмы и электрические удары.

Электрические травмы — это местные поражения тканей и органов: электрические ожоги, электрические знаки и электрометаллизация кожи.

Электрические ожоги возникают в результате нагрева тканей человека протекающим через него электрическим током силой более 1 А. Ожоги могут быть поверхностные, когда поражаются кожные покровы, и внутренние — при поражении глуболежащих тканей тела. По условиям возникновения различают контактные, дуговые и смешанные ожоги.

Электрические знаки представляют собой пятна серого или бледно-желтого цвета в виде мозоли на поверхности кожи в месте контакта с токоведущими частями. Электрические знаки, как правило, безболезненны и с течением времени сходят.

Электрометаллизация кожи — это пропитывание поверхности кожи частицами металла при его разбрызгивании или испарении под действием электрического тока. Пораженный участок кожи имеет шероховатую поверхность, окраска которой определяется цветом соединений металла, попавшего на кожу. Электрометаллизация кожи не представляет собой опасности и с течением времени исчезает, как и электрические знаки. Большую опасность представляет металлизация глаз.

К электрическим травмам, кроме того, относятся **механические повреждения** в результате непроизвольных судорожных сокращений мышц при протекании тока (разрывы кожи, кровеносных сосудов и нервов, вывихи суставов, переломы костей), а также **электроофтальмия** — воспаление глаз в результате действия ультрафиолетовых лучей электрической дуги.

Электрический удар представляет собой возбуждение живых тканей электрическим током, сопровождающееся непроизвольным судорожным сокращением мышц. По исходу электрические удары условно разделяют на пять групп: без потери сознания; с потерей сознания, но без нарушения сердечной деятельности и дыхания; с потерей сознания и нарушением сердечной деятельности или дыхания; клиническая смерть и электрический шок.

Клиническая или «мнимая» смерть — это переходное состояние от жизни к смерти. В состоянии клинической смерти сердечная

деятельность прекращается и дыхание останавливается. Длительность клинической смерти 6...8 мин. По истечении этого времени происходит гибель клеток коры головного мозга, жизнь угасает и наступает необратимая биологическая смерть. Признаки клинической смерти: остановка или фибрилляция сердца (и, как следствие, отсутствие пульса), отсутствие дыхания, кожный покров синеватый, зрачки глаз резко расширены из-за кислородного голодания коры головного мозга и не реагируют на свет.

Электрический шок — это тяжелая нервно-рефлекторная реакция организма на раздражение электрическим током. При шоке возникают глубокие расстройства дыхания, кровообращения, нервной системы и других систем организма. Сразу после действия тока наступает фаза возбуждения организма: появляется реакция на боль, повышается артериальное давление и др. Затем наступает фаза торможения: истощается нервная система, снижается артериальное давление, ослабевают дыхание, падает и учащается пульс, возникает состояние депрессии. Шоковое состояние может длиться от нескольких десятков минут до суток, а затем может наступить выздоровление или биологическая смерть.

Пороговые значения электрического тока

Электрический ток различной силы оказывает различное действие на человека. Выделены пороговые значения электрического тока: пороговый ощутимый ток — 0,5...1,5 мА при переменном токе частотой 50 Гц и 5... 7 мА при постоянном токе; пороговый неотпускающий ток (ток, вызывающий при прохождении через человека непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник) — 6...15 мА при 50 Гц и 50...80 мА при постоянном токе; пороговый фибрилляционный ток (ток, вызывающий при прохождении через организм фибрилляцию сердца) — 50–100 мА при 50 Гц и 300 мА при постоянном электрическом токе.

Ток	Значение тока		
	порогового ощутимого, мА	порогового неотпускающего, мА	порогового фибрил- ляционного, мА
Переменный частотой 50 Гц	0,5... 1,5	6... 15	50...100
Постоянный	5,0...7,0	50...80	300

Величина поражающего тока получена экспериментальным путем отечественным ученым А.П. Киселевым еще в 50-е годы прошлого столетия. Он назвал этот ток «безусловно поражающим»:

$$I_{пор} = 1,2(30 + 3,7M),$$

где M — масса тела человека. Так, при массе человека 65 кг поражающий ток составит 320 мА. Хотя вполне очевидно, что в этом случае существенное значение имеет продолжительность воздействия тока.

Продолжительность воздействия тока

Этот фактор имеет не только физиологическое, но и практическое значение при проектировании устройств защитного отключения. Так, при продолжительности воздействия 0,1 с допустимый ток составляет 500(400) мА; при 0,2 с — 250 (190) мА; при 0,4 с — 125 (140) мА; при 0,5 с — 100 (125) мА; при 0,7 с — 70 (90) мА; при 1,0 с — 50 (50) мА.

Видно, что в основном соблюдается так называемое соотношение Найфельда: ток в миллиамперах, умноженный на продолжительность воздействия в секундах, равняется примерно 50, то есть $I \cdot t \sim 50$. В скобках указаны значения допустимых токов при учёте нелинейной зависимости сопротивления тела человека от приложенного напряжения.

Сопротивление тела

Сопротивление тела человека — величина непостоянная, зависит от конкретных условий, меняется в пределах от нескольких сотен Ом до нескольких МОм. С достаточной степенью точности можно считать, что при воздействии напряжения промышленной частоты 50 Гц сопротивление тела человека является активной величиной, состоящей из внутренней и наружной составляющих. Внутреннее сопротивление у всех людей примерно одинаково и составляет 600–800 Ом. Из этого можно сделать вывод, что сопротивление тела человека определяется в основном величиной наружного сопротивления, а конкретно — состоянием кожи рук толщиной всего лишь 0,2 мм (в первую очередь, ее наружным слоем — эпидермисом). Примеров тому немало. Вот один из них. Рабочий опускает

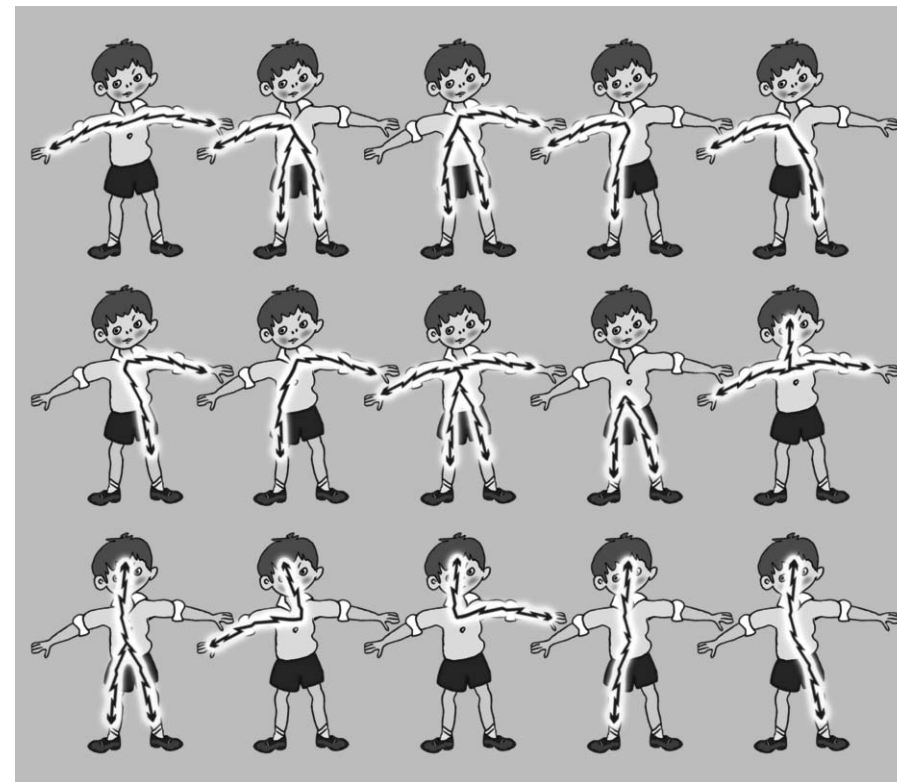
в электролитическую ванну средний и указательный пальцы руки и получает смертельный удар. Оказалось, что причиной гибели явился имевший место порез кожи на одном из пальцев. Эпидермис не оказал своего защитного действия, и поражение произошло при явно безопасной петле тока. Действительно, если оценить этот факт в относительных единицах и принять сопротивление кожи за 1, то сопротивление внутренних тканей, костей, лимфы, крови составит 0,15–0,20, а сопротивление нервных волокон — всего лишь 0,025 («нервы» — отличные проводники электрического тока!). Кстати, именно поэтому опасно приложение электродов к так называемым акупунктурным точкам. Так как они соединены нервными волокнами, поражающий ток может возникнуть при очень малых напряжениях. Сопротивление тела не является постоянной величиной: в условиях повышенной влажности оно снижается в 12 раз, в воде — в 25 раз, резко снижает его принятие алкоголя. Зато во время сна оно возрастает в 15–17 раз. В качестве расчетной величины во всех электротехнических расчетах по электробезопасности условно принято значение, равное 1000 Ом.

Петля («путь») тока через тело человека

При расследовании несчастных случаев, связанных с воздействием электрического тока, прежде всего выясняется, по какому пути протекал ток. Человек может коснуться токоведущих частей (или металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением) самыми различными частями тела. Отсюда — многообразие возможных петель тока (см. рис.).

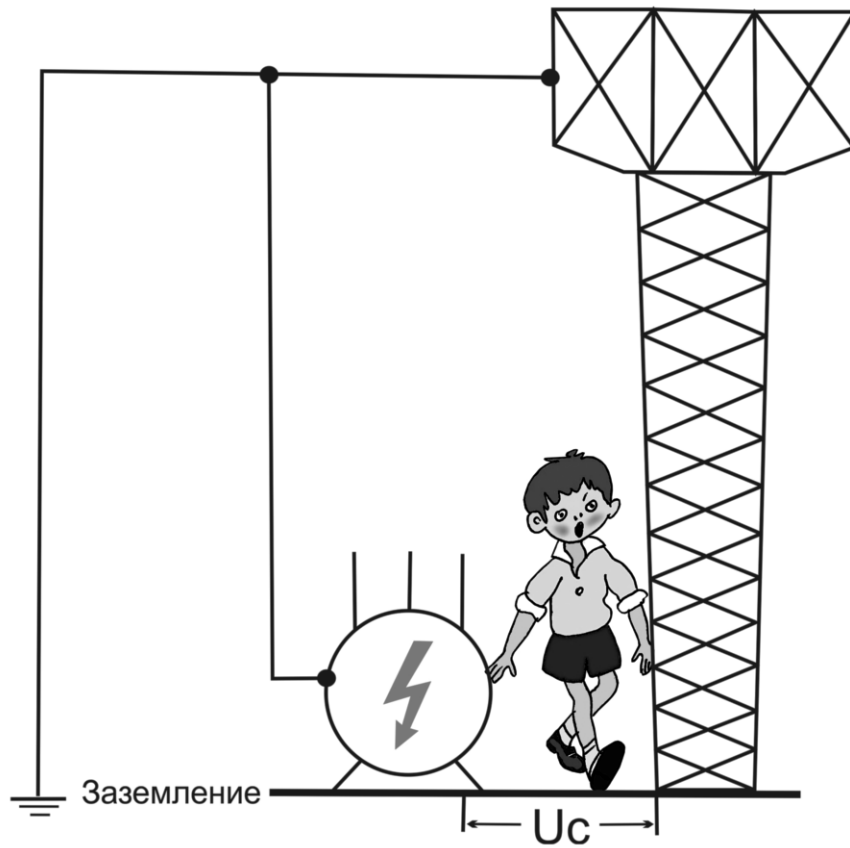
Наиболее вероятными признаны следующие: «правая рука — ноги» (20% случаев поражения) ; «левая рука — ноги» (17%) ; «обе руки — ноги» (12%) ; «голова — ноги» (5%) ; «рука — рука» (40%) ; «нога — нога» (6%).

Все петли, кроме последней, называются «большими», или «полными» петлями, ток захватывает область сердца, они наиболее опасны. В этих случаях через сердце протекает 8–12% от полного значения тока. Петля «нога — нога» называется «малой», через сердце протекает всего 0,4 процента от полного тока. Эта петля в принципе малоопасная. Однако, вследствие «подкашивающего» действия тока, человек может упасть в потенциальном поле и тогда



1. Рука — рука. 2. Правая рука — ноги. 3. Левая рука — ноги. 4. Правая рука — правая нога. 5. Правая рука — левая нога. 6. Левая рука — левая нога. 7. Левая рука — правая нога. 8. Обе руки — обе ноги. 9. Нога — нога. 10. Голова — руки. 11. Голова — ноги. 12. Голова — правая рука. 13. Голова — левая рука. 14. Голова — правая нога. 15. Голова — левая нога.

эта малоопасная петля превращается в любую другую — опасную. И здесь уместно привести любопытный факт. На занятиях по электробезопасности на вопрос, каким образом может спастись человек, оказавшийся в потенциальном поле, наряду с правильными ответами (прыжки на одной или двух ногах, выход так называемым «гусиным» шагом) очень часто приводятся совершенно неприемлемые: «лечь на землю и катиться», «ползти» и т.п. И это при всей очевидности того, что опасность при этом может существенно возрасти, по сравнению с напряжением шага: человек может «вобрать» в себя разность потенциалов на длину тела.



Прочие факторы

Из причин, влияющих на вероятность поражения человека электрическим током и не указанных выше, можно выделить еще целый ряд. Условно их можно подразделить на 2 группы и сформулировать следующим образом:

1. Все, что увеличивает темп работы сердца, способствует повышению вероятности поражения. К таким причинам следует отнести усталость, возбуждение, голод, жажду, испуг, принятие алкоголя, наркотиков, некоторых лекарств, курение, болезни и т. п.
2. «Готовность» к электрическому удару, т. е. психологические факторы. Здесь, естественно, не идет речь о привыкании к опасности и грубых нарушениях мер безопасности при работе в электроустановках.

Поражение электрическим током происходит в результате прикосновения или недопустимого приближения человека к металлическим частям, находящимся или оказавшимся под напряжением. Прикосновения к неизолированным токоведущим частям, находящимся под напряжением (оголенные провода, клеммы, шины и т.п.), называют прямыми. Прикосновения к нетокоевущим частям, оказавшимся под напряжением (металлические корпуса электрооборудования), называют косвенными.

Различают однополюсные (однофазные) и двухполюсные (двухфазные) прикосновения. При однополюсном прикосновении человек, стоящий на земле, одной рукой касается неизолированной токоведущей части или корпуса электроприемника, оказавшегося под напряжением. Ток протекает по петле: «рука — нога». При двухполюсном прикосновении человек, изолированный от земли, двумя руками касается неизолированных проводов разных фаз или фазного и нулевого провода. Изоляция человека от земли может обеспечиваться сопротивлением пола и обуви. Петля тока: «рука — рука».

Наиболее опасным является прямое двухполюсное прикосновение. Прямые прикосновения случаются, как правило, по вине человека — самого пострадавшего. Косвенные прикосновения происходят из-за повреждения изоляции, как правило, не по вине человека и могут рассматриваться как отказ техники.

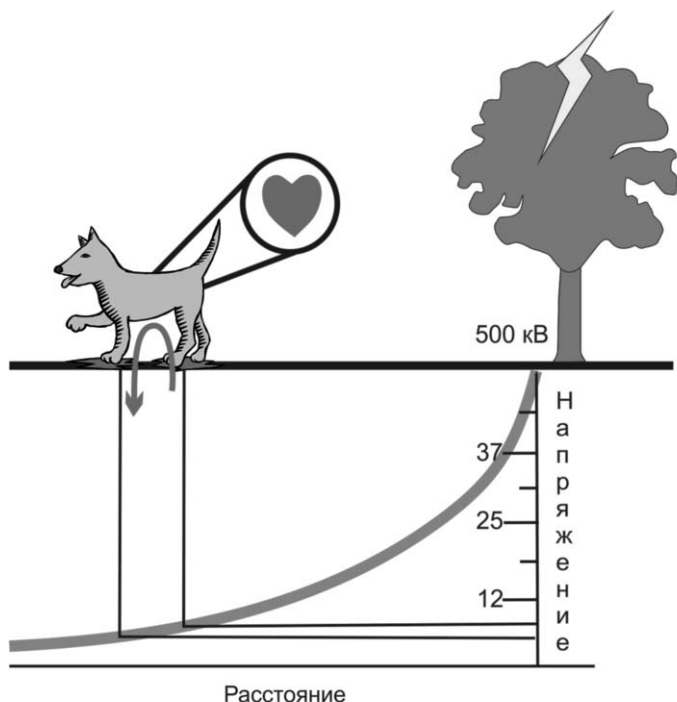
Напряжение прикосновения — это разность потенциалов между двумя точками электрической цепи, которых одновременно касается человек. Практически, это разность потенциалов руки и ноги человека.

Потенциал руки человека в обоих случаях равен потенциалу заземлителя, поэтому напряжение прикосновения определяется величиной потенциала ноги. Когда человек стоит точно над заземлителем, его рука и нога находятся под одним и тем же потенциалом, следовательно, человек не подвергается опасности. По мере удаления от заземлителя потенциал ноги уменьшается, и разность потенциалов возрастает. Напряжение прикосновения имеет наибольшее значение в зоне нулевого потенциала. В этом случае человек подвергается наибольшей опасности. Рассмотренное явление называется выносом потенциала и заключается в том, что заземленное оборудование расположено слишком далеко от заземлителя.

Многие из нас еще с детства помнят о том, что оголенный оборванный провод, упавший на землю, — это очень опасно. Помнятся различные страшные рассказы про мокрую погоду и людей, даже не имевших «счастья» прикоснуться к металлу, находящемуся под напряжением и ставшему причиной их травмы. Всего-то их и угораздило пройти в опасной близости от поврежденной линии — и этого оказалось более чем достаточно.

Но что же это за явление, благодаря которому провод, «невинно» полеживающий в стороне, становится смертельной угрозой? Всем известно, что электротравму человеку может нанести только проходящий через его тело электрический ток. А электрическому току нужен свободный путь. Необходимо, как минимум, две точки приложения на теле того, кому не повезло: одна из них — фаза, откуда ток может прийти, а вторая — ноль, куда он может свободно уйти. Но позвольте, какая «фаза»? Ну, «ноль» — еще понятно, но откуда «фаза», если человек спокойно шагает себе по земле и никаких проводов даже не трогает? Ничего ведь такого, кажется, и нет — просто влажная земля. Тропинка, например. Ну да, фазный оборванный провод лежит неподалеку в кустах. Но он же непосредственно на землю и замкнулся — цепь не включает в себя прогуливающегося пешехода и ток через него идти не должен. Но это только так кажется. Бояться было бы нечего, если бы земля была отличным проводником с сопротивлением, близким к сопротивлению металла. Тогда обрыв провода и падение его на землю завершались бы банальным коротким замыканием. Срабатывала бы максимально-токовая защита(!), или сгорал бы оборванный провод, но в любом случае долго бы это не продолжалось. А на самом же деле удельное электрическое сопротивление грунта составляет минимум 60 Ом·м, а чаще всего и больше, даже если погода влажная и идет дождь. Поэтому при обрыве провода и замыкании его на землю для электрического тока просто возникает новая цепь: фазный провод — земля — заземленная нейтраль трансформатора. Из-за не очень-то высокой проводимости земли току приходится изрядно потрудиться, чтобы пройти по этой цепи, но вариантов у него нет. Ток «с удовольствием воспользовался бы» какой-нибудь еще другой, «параллельной дорогой», которая позволила бы ему сократить путь.





И такой дорогой может стать тело пешехода. Говоря по-научному, на единственном существенном сопротивлении цепи провод — земля — нейтраль — влажный грунт — происходит падение напряжения (изменение электрического потенциала) от 220 вольт (на низковольтных воздушных линиях) возле упавшего провода до нуля у нейтрали трансформатора. Падение это происходит нелинейно, но суть сводится к тому, что чем ближе к проводу, тем стремительнее возрастает потенциал земли. Значит, чем ближе к месту обрыва, тем большая разность потенциалов между двумя точками поверхности, расположенными на определенном расстоянии. А несчастный прохожий может стоять одной ногой на первой из этих точек и другой ногой — на второй из них. При этом он, конечно, воспримет на себя возникшую разность потенциалов, а это может оказаться практически все фазное напряжение, если провод близко. Разумеется, там, где появилось напряжение, там и ток не заставит себя ждать. Вот и все. Не успев осознать тяжесть своего положения, прохожий получает удар током, возможно смертельный.

Напряжение, возникающее в таких случаях между ступнями человека, называется «шаговым напряжением»* или «**напряжением шага**», и для борьбы с ним есть некоторые меры. Самая надежная из этих мер — *выравнивание потенциалов*. При этом участок поверхности грунта, где возможна авария с фазным замыканием на землю, оснащается сеткой из заземленных проводников, заложенных прямо под поверхность. Работает это очень просто: потенциал проводника во всех точках всегда одинаков, поэтому, находясь на такой сетке, попасть под напряжение просто невозможно. Выравнивание потенциалов производят на территории открытых распределительных устройств (ОРУ) и в других потенциально опасных местах. Но, к сожалению, оснастить каждую опору ЛЭП сеткой выравнивания потенциалов невозможно. Поэтому *каждому человеку, даже не являющемуся электриком, необходимо проявлять бдительность*: обращайте внимание на состояние линий электропередач вокруг вас, особенно в дождливую погоду. Обращайте внимание на свои ощущения: если вас «пощипывает», а то и «потряхивает» при ходьбе — это достаточно верный признак воздействия шагового напряжения. Поняв, что вы находитесь в зоне возможного воздействия шагового напряжения, нужно постараться из нее выйти. Но делать это надо гусиным шагом — приставляя пятку ноги, которой шагаете, к носку ноги, на которой стоите. Таким образом, при ходьбе обе ноги будут находиться практически в одной точке с одним электрическим потенциалом — напряжение между ними не возникнет. Еще можно «упрыгать» на одной ноге, если вы уверены, что у вас это хорошо получится. Торопиться не следует — можно споткнуться, упасть на руки и попасть под самое большое возможное напряжение, возникающее между двумя удаленными точками.

Формула расчета шагового напряжения

Напряжение шага зависит от сопротивления разных слоев почвы, тем не менее, поддается прикидочным расчетам. Для примера рассмотрим однофазное замыкание на землю в одной точке. Сначала надо вычислить ток однофазного замыкания.

* Здесь необходимо заметить, что употребление термина «шаговое напряжение» не совсем верно, правильно применять термин «напряжение шага».

$$I_{кз} = \frac{U_{\phi}}{\sqrt{3(R_0 - R_{конт})}},$$

где $I_{кз}$ — ток короткого замыкания, U_{ϕ} — напряжение фазы, R_0 — сопротивление рабочего заземления нейтрали (≈ 4 Ом), $R_{конт}$ — сопротивление растеканию тока в месте контакта (обычно оценивают в 12 Ом). После этого можно вычислить шаговое напряжение:

$$U_{шаг} = \frac{I_{кз} \rho a}{2\pi x(x + a)},$$

где ρ — удельное сопротивление земли (≈ 100 Ом·м), x — расстояние от проводника, a — длина шага.

При определенных условиях (вспотевший человек, промокшая обувь) сопротивление между ногами может быть меньше 1 кОм — так что даже низкие (несколько десятков вольт) напряжения не всегда безопасны! В истории немало несчастных случаев от удара напряжением в 36 и менее вольт. В 1928 году в Ленинграде произошла авария, вошедшая в учебники под названием «лошадиной». Посреди площади, вымощенной деревянными шестиугольниками, стоял чугунный колодец с разъединителем на 2000 вольт. Однажды в колодце растрескался изолятор, и разъединитель повис на проводе в нескольких сантиметрах от стенки. Прошел дождь, и мостовая стала проводящей и податливой. Когда рядом с колодцем проехала груженная телега, мостовая прогнулась — и провод замкнуло на колодец. Людей, чья длина шага не превышала метра, просто било током. А лошадь, с ее двухметровым корпусом и железными подковами, убило насмерть. Мостовая была под напряжением в течение двух секунд, после чего на подстанции сработал «автомат». Неожданная гибель лошади вызвала интерес людей, прибыл конный патруль. Телегу оттащили, и короткое замыкание прекратилось. В это время дежурный по подстанции проверил сопротивление изоляции и, посчитав причину отключения ложной, подал ток. Разъединитель с колодцем образовали электрическую дугу, и на мостовой снова возникло шаговое напряжение, погибли две милицейские лошади.

То же самое происходит и при попадании молнии в землю или любой объект (молниеотвод, дымоходную трубу, дерево, опору ЛЭП). Зона в несколько десятков метров в радиусе от места попадания молнии является зоной напряжения шага. (Для демонстрации напряжения прикосновения и напряжения шага в качестве земли можно использовать обычный реостат, который есть в любой физлаборатории.)

Безопасность

Защитные оболочки, ограждения.

Безопасное расположение токоведущих частей

Для защиты от случайного прикосновения к неизолированным токоведущим частям или приближения к ним на опасное расстояние они располагаются на недоступной высоте или в недоступном месте. Если токоведущие части доступны для людей, то они могут закрываться ограждениями или заключаться в оболочки. Ограждения обычно закрывают токоведущие части не со всех сторон, то есть обеспечивают частичную защиту от прикосновения. Ограждения могут быть временными или стационарными, сплошными или сетчатыми. Оболочки обеспечивают различную степень защиты, вплоть до полной защиты от:

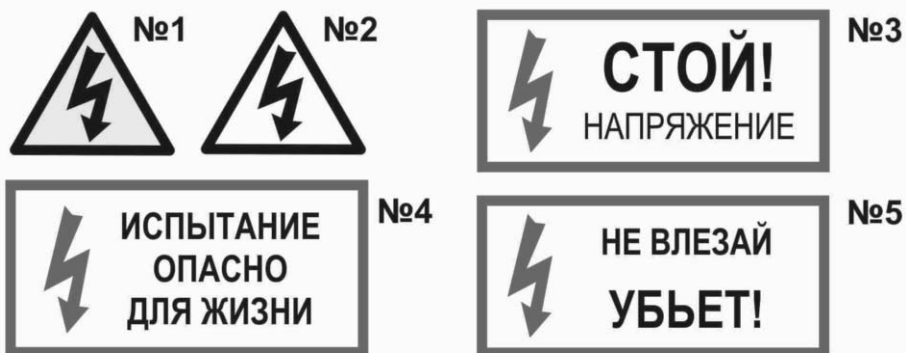
- соприкосновения с токоведущими частями и попадания твердых тел;
- проникновения воды внутрь оболочки.

Плакаты и знаки безопасности

Для предупреждения об опасности приближения к токоведущим частям, находящимся под напряжением, в электроэнергетике применяются плакаты и знаки безопасности. Они делятся на: предупреждающие, запрещающие, предписывающие и указательные.

К знакам и плакатам предупреждающим относятся:

1. «**Осторожно! Электрическое напряжение**» — знак постоянный для предупреждения об опасности поражения электрическим током; применяется в электроустановках напряжением «до» и «выше» 1000 В; укрепляется на внешней стороне входных дверей РУ,



наружных дверей камер выключателей и трансформаторов, дверей щитов и сборок напряжением «до» 1000 В и т.п. Аналогичный знак применяется в населенной местности. Укрепляется на металлических и деревянных опорах напряжением «выше» 1000 В.

2. Знак предупреждающий постоянный **«Осторожно! Электрическое напряжение»**. Применяется на железобетонных опорах воздушных линий (ВЛ).

3. Плакат для предупреждения об опасности поражения электрическим током **«Стой! Напряжение»**. Применяется в электроустановках «до» и «выше» 1000 В. В ЗРУ вывешивается на временных ограждениях токоведущих частей, находящихся под напряжением, на постоянных ограждениях камер. В ОРУ на конструкциях вблизи рабочего места на пути к ближайшим токоведущим частям, находящимся под напряжением.

4. Плакат переносный для предупреждения об опасности поражения электрическим током при проведении испытаний повышенным напряжением **«Испытание. Опасно для жизни»**. Вывешивается на оборудовании и ограждениях токоведущих частей при подготовке рабочего места для проведения испытаний повышенным напряжением.

5. Плакат для предупреждения об опасности подъема по конструкциям с возможным приближением к токоведущим частям, находящимся под напряжением, **«Не влезай. Убьет!»**. Вывешивается в РУ по соседству с конструкцией, предназначенной для подъема персонала к рабочему месту, расположенному на высоте.

Бытовой называется электроустановка, используемая в жилых и общественных зданиях всех типов, с которой могут взаимодействовать как взрослые, так и дети, т.е. это все электроприборы, с которыми мы с вами сталкиваемся ежедневно в повседневной жизни.

В домашнем хозяйстве находят применение все большее количество электрических приборов, машин и устройств (компьютеры, телевизоры, микроволновые печи, холодильники, кондиционеры, стиральные машины, миксеры, электроинструмент, плиты, чайники, утюги и пр.), питающихся от сети 220 В, которую часто называют «низковольтной» и ошибочно считают безопасной. Неумелое или небрежное обращение с бытовой электротехникой нередко приводит к печальным последствиям. Чтобы этого не случилось с вами, разберем некоторые моменты. Это позволит вам узнать правила пользования электрооборудованием в доме и научит оберегать себя при пользовании им.

К пожарам чаще всего приводят всевозможные короткие замыкания, возникающие как при соприкосновении между собой разных проводов, так и при соприкосновении фазного провода с землей. Короткие замыкания во внутренних проводках происходят вследствие порчи изоляции. Изоляция приходит в негодность из-за механических повреждений, вследствие химических воздействий окружающей среды или естественного старения. На качество изоляции отрицательно действуют также сырость и высокая температура. Короткие замыкания во внутренних проводках могут происходить не только при непосредственном соприкосновении проводов, изоляция которых потеряла свои свойства. Они могут возникнуть и в результате прохождения тока между проводами, не соприкасающимися друг с другом, но электрически соединенными между собой вследствие соприкосновения их с металлическими предметами, например, с водопроводными трубами. Короткие замыкания между проводами могут происходить также вследствие влажности окружающей среды, в частности, из-за сырости стен.

Короткие замыкания способны возникнуть не только в проводах, но и в других частях электроустановок. В точке короткого замыкания образуется искрение, которое в зависимости от электрических параметров данной сети может достигать значительных размеров и



вызывать пожары и разрушения электроустановок и других сооружений. Определенную пожарную опасность представляют всевозможные неплотные контакты, например, в местах присоединения проводов к приборам или при сращивании их между собой. Неплотные контакты окисляются и создают большое сопротивление. Они чрезмерно нагреваются и нередко вызывают воспламенение изоляции проводов. Неплотные соединения могут приводить еще и к искрению, что также является возможной причиной возникновения пожаров.

Опасность пожара при пользовании электробытовыми приборами возникает от электропроводки при коротком замыкании или перегрузке, когда в сеть одновременно включают несколько электроприборов. Бытовая электропроводка, защитные и установочные изделия выпускаются промышленностью и монтируются в расчете на ток, не превышающий 10 А. Включение в розетку через тройную вилку одновременно нескольких бытовых приборов значительно увеличивает ток нагрузки, который разогревает установочные изделия, электропроводку, при этом изоляция высыхает, ломается, осыпается, что приводит к короткому замыканию или воспламенению горючей основы — так возникает пожар.

Все электронагревательные приборы, настольные лампы, холодильники, пылесосы и другие токоприемники должны включаться в сеть только через штепсельные соединения заводского изготовления, каждый прибор должен иметь свою соединительную вилку. Категорически запрещается использовать вилку одного нагревательного прибора для соединения скруткой с соединительным проводом другого прибора. Внешние признаки неисправности проводки и электрических приборов: специфический запах подгорающей резины (или пластмассы), искрение у счетчика и щитка, перегрев штепсельных розеток, выключателей, мигание электроламп и т. д. Эти признаки должны настораживать. При любом сомнении в исправности проводки или приборов, а также электрической арматуры необходимо их проверить.

Основные меры безопасности

Для того чтобы избежать трагедии при обращении с бытовыми электроприборами, соблюдайте основные меры безопасности:



- если вы моете холодильник, другие бытовые электроприборы, то обязательно выключите их из розетки, меняете патрон лампочки или предохранители, то отключите общий выключатель электричества в квартире;
- розетки располагайте как можно дальше от раковины, ванной. Не держите включенными бытовые электроприборы во время купания в ванной комнате, так как подключенные к сети приборы при падении в воду вызывают тяжелые последствия;
- никогда не пользуйтесь феном или прочими электроприборами, если они мокрые или имеют оголенные токопроводящие элементы и детали;
- не вынимайте вилку из розетки, потянув за шнур (он может оборваться, оголив проводники, находящиеся под напряжением);
- не ремонтируйте вилки электроприборов с помощью изолянта, меняйте их сразу, если они сломались;
- не беритесь за утюг мокрыми руками и не гладьте, стоя на полу босиком;

- не оставляйте включенный утюг без присмотра и не наматывайте шнур вокруг горячего утюга, это может повредить изоляцию провода;
- прежде чем налить воду в емкость отпаривателя утюга, вытащите вилку из розетки;
- не включайте больше одной вилки в розетку: несколько вилок могут вызвать короткое замыкание и пожар;
- после того как закончили пользоваться удлинителем, сначала выдерните вилку из розетки, а затем сворачивайте его;
- обнаруженные оголенные места и обрывы электропроводов немедленно ремонтируйте, не делайте временных соединений проводов, предоставьте выполнение всех работ квалифицированным специалистам;
- не перекручивайте и не завязывайте в узел провода, не защемляйте их дверьми (оконными форточками) и не закладываете провода за газовые (водопроводные) трубы, радиаторы отопления.

Как уже выше было сказано, электроприборы и аппараты, выключатели, ламповые патроны, штепсельные розетки нельзя ремонтировать или заменять под напряжением. При монтаже электропроводки винтовую гильзу лампового патрона соединяют с нулевым, а не с фазным проводом, в противном случае она все время будет находиться под напряжением. Во время ввинчивания или вывинчивания лампы возможно прикосновение к винтовой гильзе лампового патрона, что при достаточном контакте человека с землей влечет возникновение электрического тока, опасного для жизни. Особые меры предосторожности при пользовании электроэнергией надо соблюдать в сырых помещениях, в помещениях с земляными, бетонными и кирпичными полами, так как в этих условиях опасность поражения электрическим током увеличивается. В ванных комнатах, туалетах не разрешается пользоваться электрическими приборами: плитками, каминами, рефлекторами, переносными светильниками.

К сожалению, еще бывают случаи, когда и при правильно смонтированной электропроводке, исправных электробытовых приборах, установочных изделиях возникают пожары, происходят несчастные случаи. Это чаще всего результат халатного обращения с электричеством и электробытовыми приборами. Электрические плитки, утюги, чайники и другие нагревательные приборы должны стоять на термостойких, несгораемых, не перегреваемых подстав-

ках. Это правило обязаны соблюдать все, кто пользуется электробытовыми приборами. Обслуживание и ремонт электробытовых приборов, электрооборудования, с точки зрения техники безопасности, отличаются от обслуживания других механизмов и оборудования, где внешние признаки грозящей опасности как-то проявляются: необычный звук движущейся машины или вращающихся ее частей, свист вырвавшегося пара и т. д. Электрический ток не обладает такими признаками. И если погасла лампа, перестал работать электробытовой прибор, это не значит, что он не находится под напряжением. Все токоведущие части, к которым человек может случайно прикоснуться, должны быть покрыты изоляцией, закрыты или располагаться в недоступных для прикосновения местах.

Кроме опасности поражения током при непосредственном прикосновении к токоведущим частям существует еще опасность поражения при переходе напряжения с токоведущих частей на те участки электробытового прибора, которые в нормальных условиях не находятся под напряжением. Например, электрический утюг имеет металлическую связь с корпусом и крышкой. В случае, если повреждена изоляция спирали, под напряжением окажутся и другие части утюга. При этом поражение человека может произойти при прикосновении к какому-нибудь металлическому элементу утюга.

В целях предупреждения перехода напряжения на металлические части электробытовых приборов, которые при правильном режиме работы не находятся под напряжением, применяется защитное заземление, которое создает условия искусственного однофазного короткого замыкания (при пробое одной фазы на корпус), в результате чего прибор отключается, так как срабатывает защита. Поэтому заземление металлических частей бытовых приборов, электрооборудования, не находящихся под напряжением, является одним из основных защитных мероприятий, обеспечивающих безопасность человека. При устранении неисправности в электропроводке, электрических приборах, прежде всего, следует отключить участок работ или прибор от источника электрического тока. Для этого отключают автоматические выключатели или вывинчивают пробочные предохранители, отсоединяют электробытовые приборы, затем индикатором проверяют отсутствие напряжения в сети. Монтаж электропроводки и ее ремонт должен выполнять только квалифицированный специалист.

Воздушные и кабельные линии электропередач, трансформаторные подстанции и другое оборудование электросетевого комплекса

Львиную долю времени на уроках по электробезопасности в среднем и старшем звеньях необходимо отвести именно этой теме. Дело в том, что наиболее тяжелые электротравмы люди (не только дети) получают не в домашних условиях, а в электроустановках, расположенных на улице. В любом населенном пункте и не только, в поле, на лугу, вблизи водоемов, в лесопосадках и т.д. проходят воздушные линии электропередач различного класса напряжения. В населенных пунктах располагаются понижающие трансформаторные подстанции 6–10/0,4 кВ (ТП).

Они бывают закрытого типа (ЗТП), обычно выполнены из кирпича и бетона и комплектного исполнения (КТП). *(Наиболее крупные подстанции (ПС) располагаются, как правило, где-нибудь на окраине населенного пункта, обнесены высоким забором, колючей проволокой или «егозой», оборудованы периметральной сигнализацией, устройствами видеонаблюдения. Хотя и это порой не является преградой для «детской шалости», «взрослой алчности» и вандализма.)* Основную опасность для детей и взрослых и представляют проходящие по населенной местности воздушные линии электропередач и установленные трансформаторные подстанции (ТП), потому как обеспечить полную недоступность к этим объектам не всегда возможно. Токоведущие части воздушных линий распола-



гаются на достаточно большой высоте, токоведущие части ТП располагаются за запертыми на замки дверями, на всех элементах (опоры ЛЭП, двери ТП, дверцы шкафов, щитов, сборок) электроустановок размещены знаки «Осторожно! Электрическое напряжение». Но нет таких замков, которые невозможно было бы открыть, и нет недосягаемой высоты.

Следует еще раз вспомнить о том, что прикосновения к токоведущим частям электроустановок бывают прямые и косвенные.

Электротравму можно получить во время касания проводов ЛЭП каким-либо длинным предметом: мокрой палкой, рыболовным удилищем, особенно выполненным из современных материалов (углепластик очень хорошо проводит электрический ток). Шнур запускаемого воздушного змея (даже если это капроновая леска, являющаяся диэлектриком), влажный от росы, является токопроводящим, наконец, ствол или ветви растущего рядом с ЛЭП дерева или кустарника, особенно во время дождя или после, могут стать источником опасности.

Сегодня в различных хозяйствах появилось большое количество большегрузной техники, самосвалы с большой длиной кузова, зерноуборочные и свекловичные комбайны, погрузчики, а также подъемные краны-манипуляторы. Пренебрегая правилами охраны электрических сетей, водители и машинисты таких машин иногда производят манипуляции под линиями ЛЭП или в непосредственной близости. Касаясь одного провода ЛЭП кузовом самосвала или стрелой крана манипулятора, автомобиль на пневматическом ходу (резиновых колесах) оказывается под потенциалом провода. Естественно, через машиниста, управляющего манипулятором стоя на земле, проходит электрический ток. Если водитель самосвала, коснувшись кузовом провода ЛЭП, останется сидеть в автомобиле, то с ним ничего не произойдет, поскольку он будет под потенциалом,



равным потенциалу автомобиля (провода), т.е. то же самое, что и птица на проводе ЛЭП. Но стоит ему покинуть кабину автомобиля и встать хотя бы одной ногой на землю, а рукой касаться автомобиля, беда произойдет неминуемо.

Мало того, не только дети, но и многие взрослые не знают, что для поражения электрическим током необязательно касаться токоведущих частей, достаточно приблизиться на недопустимое расстояние к ним. *(Хотя учащимся старших классов известно, что при определенных условиях наступает пробой любого диэлектрика, в том числе и воздушного промежутка. Можно вспомнить темы: «Электрический ток в газах», «Электрический ток в вакууме», «Полупроводниковая лампа — диод».)*

При ловле рыбы, например, в так называемой охранной зоне ЛЭП, можно получить электротравму, вплоть до летального исхода, не касаясь проводов. То же самое при лазании по деревьям, растущим в непосредственной близости к ЛЭП, запуске воздушных змеев в местах, где проходят воздушные линии, манипуляции движущимися машинами и механизмами под ЛЭП и т.п.

По этой же причине (возможного электрического пробоя) недопустимо прикасаться и к изолированным токоведущим частям электроустановок, т.е. электротравму можно получить и без нарушения целостности изоляции. Так же необходимо помнить, что весь специальный изолирующий электроинструмент (отвертки, кусачки, пассатижи и пр.) рассчитан на работу в электроустановках «до» 1000 вольт, при условии, что он прошел проверку в



Всё, что осталось от удочки



специальной лаборатории, и такие проверки должны быть ежегодно.

Важно объяснить обучающимся, что любая электроустановка может находиться как в нормальном режиме, так и в аварийном (обрыв проводов, падение деревьев на провода, повреждение стоек опор транспортом — явные аварии). Существуют и «скрытые», невидимые или малозаметные: так, например, по причинам различного характера изолятор на опоре ЛЭП может разрушиться, и провод «ляжет» на металлическую траверсу железобетонной опоры. В этом случае опора ЛЭП будет находиться под напряжением, участок в радиусе 10 м вокруг опоры — зоной напряжения шага. А как часто, проходя мимо опор ЛЭП, вы поднимаете глаза вверх? Да и не «увидите» вы там ничего, не будучи специалистом. Вот по этой причине на каждой опоре ЛЭП нанесен знак «Осторожно! Электрическое напряжение». Здесь необходимо вспомнить о напряжении прикосновения и о напряжении шага, а также о том, что ближе 10 м к объектам электроэнергетики приближаться нельзя. Иногда в населенных пунктах можно увидеть опоры ЛЭП, побеленные краской или известью, более того — их иногда белят школьники в ходе проведения работ по благоустройству территорий во время субботников, трудовых десантов и т.п.

ВАЖНО! Под напряжением специальным изолирующим инструментом могут работать только специально обученные люди.



Ни в коем случае делать этого нельзя, во-первых, потому, что это чревато электротравмами, во-вторых, в результате побелки закрашиваются постоянные обозначения на опорах — диспетчерские наименования, знаки безопасности и т.п.

В ходе уроков необходимо заострить внимание учащихся на то, что ввод в дом от опоры ЛЭП является также воздушной линией электропередач и приближаться к нему на расстояние менее допустимого нельзя. Т.е. в палисадниках и дворах, собирая урожай фруктовых и ягодных деревьев вблизи воздушных вводов в дома, следует придерживаться тех же правил.

Случаи электротравматизма часто отмечаются в частном жилом секторе во время ремонта и покраски фасадов зданий, в частности, фронтонов, ремонта крыш, где возможно приближение к проводам вводов и применение металлических лестниц, лесов и подмостей. При монтаже и демонтаже мачтовых антенн во время установки или снятия металлических растяжек происходит их касание к проводам ввода в дом, что также приводит к поражению людей электрическим током.

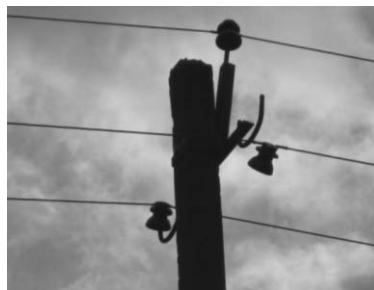
Отсутствие замка на двери трансформаторной подстанции — не повод заглянуть за нее, тем более проникнуть внутрь. Проникновение внутрь ТП неминуемо ведет к беде. И никакое количество цветного металла не стоит человеческой жизни.



Обо всех фактах открытых дверей на ТП, оборванных проводах, поваленных опорах и деревьях на провода ЛЭП немедленно сообщайте на прямую линию энергетиков по телефону **8 (800) 50-50-115**. По возможности до приезда оперативно-выездной бригады организуйте охрану места повреждения от

случайного приближения к нему других людей.

Иногда дети и подростки собираются или выбирают места для игр старые, заброшенные здания (склады, животноводческие фермы, котельные, бывшие школы, клубы, фельдшерские пункты и т.п.), в которых еще недавно располагались и функциони-



ровали какие-либо организации. Потом эти организации исчезли, внутри здания разграбили, а от электрической сети отключить не успели. И, казалось бы, в абсолютно пустом здании может таиться смертельная опасность — вводной распределительный щит (шкаф), оставшиеся элементы электрической проводки, все, что осталось от электрических машин, выключателей, розеток, плафонов и т.п. Причем опасность усугублена сыростью стен и полов в таких помещениях.

В практике эксплуатации электрических сетей есть немало случаев, когда подростки, да и взрослые, методом наброса провода с помощью удочки (шеста, палки), а иногда и с подъемом на опору, в «полевых условиях» пытались подключить бытовые приборы (радиоприемник, магнитофон; электроплитку или лампочку в садовом вагончике и т.п.) к проводам ЛЭП. Нетрудно себе представить, что из этого вышло. Такие случаи продолжают, и об этом говорить надо.

Что необходимо знать об электричестве

Атмосферное электричество

Атмосферное электричество — совокупность электрических явлений в атмосфере, а также раздел физики атмосферы, изучающий эти явления. При исследовании атмосферного электричества изучают электрическое поле в атмосфере, ее ионизацию и электрическую проводимость, электрические токи в ней, объемные заряды, заряды облаков и осадков, грозовые разряды и многое другое. Все проявления атмосферного электричества тесно связаны между собой, и на их развитие сильно влияют локальные метеорологические факторы. К области атмосферного электричества обычно относят процессы, происходящие в тропосфере и стратосфере.

Начало изучению атмосферного электричества было положено в XVIII в. американским ученым Б. Франклином, экспериментально установившим электрическую природу молнии, и русским ученым М.В. Ломоносовым — автором первой гипотезы, объясняющей электризацию грозовых облаков. В XX веке были открыты проводящие слои атмосферы, лежащие на высоте более 60–100 км (ионосфера, магнитосфера Земли), установлена электрическая природа полярных сияний и обнаружен ряд других явлений. Развитие космонавтики позволило начать изучение электрических явлений в более высоких слоях атмосферы прямыми методами.

Две основные современные теории атмосферного электричества были созданы английским ученым Ч. Вильсоном и советским ученым Я.И. Френкелем. Согласно теории Вильсона, Земля и ионосфера играют роль обкладок конденсатора, заряжаемого грозовыми облаками. Возникающая между обкладками разность потенциалов приводит к появлению электрического поля атмосферы. По теории

Френкеля, электрическое поле атмосферы объясняется всецело электрическими явлениями, происходящими в тропосфере, — поляризацией облаков и их взаимодействием с Землей, а ионосфера не играет существенной роли в протекании атмосферных электрических процессов.

К атмосферному электричеству относят полярные сияния, огни Эльма и молнию.

Полярные сияния. Свечение верхних разреженных слоев атмосферы, вызванное взаимодействием атомов и молекул на высотах 90–1000 км с заряженными частицами больших энергий (электронами и протонами), вторгающимися в земную атмосферу из космоса. Соударения частиц с составляющими верхней атмосферы (кислородом и азотом) приводят к возбуждению последних, т. е. к переходу в состояние с более высокой энергией. Возврат в начальное, равновесное состояние происходит путем излучения квантов света характерных длин волн. Пространственно полярные сияния во многих случаях располагаются вдоль геомагнитных силовых линий. Средняя толщина лучистых форм ~ 200 м и уменьшается с увеличением яркости.



Эльма огни, огни святого Эльма. Электрические разряды в атмосфере в форме светящихся кисточек, наблюдаемые иногда на острых концах, возвышающихся над земной поверхностью высоких предметов (башни, мачты, одиноко стоящие деревья, острые вершины скал и т. п.). Свое название получили в средние века по названию церкви святого Эльма, на башнях которой они часто возникали. Эльма огни образуются в моменты, когда напряженность электрического поля в атмосфере у острия достигает величины порядка 500 в/м и выше, что чаще



всего бывает во время грозы или при ее приближении, а зимой — во время метелей. По физической природе Эльма огни представляют собой особую форму коронного разряда.

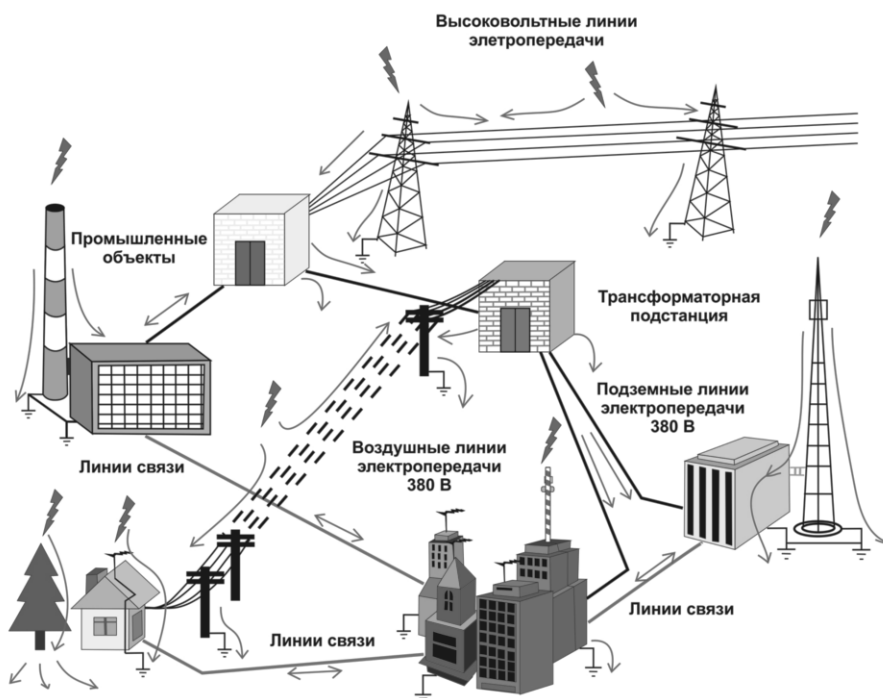


Гроза. Атмосферное явление, при котором в мощных кучеводождевых облаках и между облаками и землей возникают сильные электрические разряды — **молнии**, сопровождающиеся громом. Как правило, при грозе выпадают интенсивные ливневые осадки, нередко град, и на-

блюдается усиление ветра, часто до шквала.

Удары молнии могут сопровождаться разрушениями, вызванными ее термическими и электродинамическими воздействиями, а также некоторыми опасными последствиями, возникающими в результате ее электромагнитного и светового излучения. Наибольшие разрушения вызывают удары молнии в наземные объекты при отсутствии хороших токопроводящих путей между местом удара и землей. От электрического пробоя в материале образуются узкие каналы, в которые устремляется ток молнии. Поскольку в каналах создается очень высокая температура, часть материала интенсивно испаряется со взрывом. Это приводит к разрыву или расщеплению объекта, пораженного молнией, и воспламенению его горючих элементов. Наряду с этим возможно возникновение больших разностей потенциалов и электрических разрядов между отдельными предметами внутри строения. Такие разряды могут также явиться причиной пожаров и поражения людей электрическим током. Часто прямым ударам молнии подвергаются сооружения, возвышающиеся над окружающими строениями, например неметаллические дымовые трубы, башни, пожарные депо, и строения, отдельно стоящие в открытой местности. Очень высокие объекты (телевизионные мачты, привязные аэростаты) могут быть поражены молнией в точках, лежащих заметно ниже их вершины. Этот эффект связан с воздействием на путь молнии объемных зарядов, создаваемых в атмосфере этими объектами. Весьма опасны прямые удары молнии в воздушные линии электропередач и связи с деревянными опорами. Атмосферные перенапря-

жения с большой амплитудой, попав в линию, распространяются по проводам и могут вызвать электрические разряды с проводов и электроаппаратуры (громкоговорителей, телефонных аппаратов, выключателей и т. п.) на землю и на различные предметы, что может привести к разрушениям, пожарам и поражению людей электрическим током. Прямые удары молнии в высоковольтные линии электропередач вызывают электрические разряды с провода на землю или между проводами; эти разряды часто переходят под действием рабочего напряжения линии в электрическую дугу, приводящую к коротким замыканиям и отключению линий. Атмосферное перенапряжение, попадая с линии на оборудование станций и подстанций, вызывает разрушение изоляции (пробой), аппаратуры и машин. Для того чтобы этого не происходило, на электроэнергетических объектах применяются вентильные разрядники и ограничители перенапряжения, которые работают по принципу предохранительного клапана. Они соединяются с токоведущей частью электроустановки и с зазем-



ленной частью, возникшие перенапряжения, вызванные атмосферным грозовым фронтом, через них стекают в землю.

При образовании в любой точке горизонта грозового фронта мощных кучево-дождевых, башнеобразных туч следует внимательно наблюдать за развитием облачности. При этом надо помнить, что ветер не дает правильного представления о направлении движения грозы. Грозы часто идут против ветра.

Расстояние до приближающейся грозы можно определить, посчитав секунды, разделяющие вспышку молнии и звук первого раската грома. Секундная пауза означает, что гроза на расстоянии около 300–400 м, трехсекундная — 1 км, четырехсекундная — 1,3 км и т.д. Если эти промежутки времени уменьшаются, то гроза приближается и необходимо принять меры защиты от поражения молнией.

При нахождении дома во время грозы выключите все бытовые электрические приборы из розеток. Отключите свет, закройте окна и двери. Учтите, что при грозе ни в коем случае нельзя топить печь, так как через трубу может попасть молния, ведь дым имеет высокую проводимость. Отключите мобильный, стационарный телефон. Пока не закончится гроза, держитесь подальше от них, так как магнитное поле в большей степени «притягивает» электрические разряды.

Непосредственно перед началом грозы обычно наступает безветрие или ветер меняет направление, налетают резкие шквалы, после чего начинается дождь.

Наибольшую опасность представляют «сухие», то есть не сопровождающиеся осадками грозы.

Если по всем признакам ясно, что грозы не избежать, действуем в зависимости от ситуации.

Вариант 1. Вы в лесу.

Молния в лесу практически никогда не бьет в землю, за исключением полян, ибо деревья являются естественными громоотводами, причем вероятность попадания молнии в конкретное дерево прямо пропорциональна его высоте. Отсюда мораль: держитесь подальше от высоких деревьев. Самый грамотный вариант — усесться между низкорослыми деревьями с густыми кронами. При этом определите приблизительно высоту выбранных вами деревьев и по-



старайтесь размещаться от них на расстоянии, не превышающем эту высоту. Допустим, высота деревьев примерно 4–5 метров, соответственно, размещаться между ними надо так, чтобы до каждого из деревьев было не менее 4–5 метров. Это называется «конус защиты». Кроме того, надо помнить, что чаще всего молния ударяет в дубы, тополя, вязы. Реже — в ель, сосну. Совсем редко — в березы, клены. Сидеть лучше в так называемой «позе эмбриона» — спина согнута, голова опущена на согнутые в коленях ноги и предплечья рук, ступни ног соединены вместе. Выбирая себе убежище, обратите внимание, нет ли рядом деревьев, ранее пораженных грозой, расщепленных. В таком случае лучше держаться подальше от этого места. Обилие пораженных молнией деревьев свидетельствует, что грунт на данном участке имеет высокую электропроводность, и удар молнии в этот участок местности весьма вероятен. Разбивать палатки также лучше всего на небольшой полянке в среднелесье. Ставить палатки на открытом месте опасно.

Вариант 2. Вы в поле.

При первых признаках приближающейся грозы надо: как можно быстрее переместиться в сторону надежного ближайшего укрытия (лес, деревня), удаляясь одновременно от отдельно стоящих деревьев или рощ. Если отдельно стоящее дерево расположено на вашем пути к деревне, плюньте на деревню. Тут приоритетной задачей будет все-таки отдаление от возможных зон попадания разряда. Отдаляться надо не менее чем на 150–200 м. С началом грозы, если вы так и не добежали до укрытия: присесть как можно ниже, а когда гроза подойдет совсем близко — лечь на землю. И тихо, смиренно, неподвижно лежать. При этом следует помнить, что песчаная и каменная почвы безопаснее, чем глинистая. И не спешите двигаться с места, когда гроза начнет уходить, — переждите 20–30 минут после того, как ударила последняя молния. Нельзя: перемещаться, в особенности гордо и бестрепетно; прятаться в стога сена, под одиноко стоящие деревья или островки деревьев, тем более прикасаться к ним руками и прочими частями тела. Человеческая психология такова, что в большом и мощном он склонен видеть защиту. В грозу работает обратный закон: чем ты мельче, тем больше у тебя шансов не попасть под разряд. Поэтому деревья необходимо обходить подальше.

Вариант 3. Вы в речке, и рядом заливной луг.

Первое: срочно выйти из воды и дальше от берега. Нельзя: лезть в воду; укрываться в пойменных кустах и опять-таки — под деревьями. Человек, находящийся на плавсредстве, при приближении грозы должен немедленно пристать к берегу. Если это невозможно — осушить лодку, переодеться в сухую одежду, если есть, поднять защитный тент, подложить под себя спасательный жилет, сапоги, снаряжение и т.п. электроизолирующие предметы, накрыться полиэтиленом таким образом, чтобы дождевая вода стекала за борт, не внутрь плавсредства, но при этом полиэтилен не должен соприкасаться с водой.

Вариант 4. Вы на горе.

В горной местности при приближении грозы надо постараться спуститься с возвышенностей — хребтов, холмов, перевалов, вершин и т. п.

Нельзя прислоняться или прикасаться при передвижении или отдыхе к скалам, отвесным стенам. Нельзя прятаться под скальными нависаниями. Опасно находиться возле водотоков (расщелин, желобов и т.д.), так как во время грозы даже мелкие трещины, заполненные водой, становятся проводником для стекания электричества. Лучше всего остановиться возле высокого вертикального отвеса («пальца»). При этом высота отвеса должна быть, по меньшей мере, в 5–6 раз больше высоты человека, соответственно зона безопасности будет равна высоте отвеса, отмеренной в горизонтальной плоскости. Однако ближе чем на 2 м к стене приближаться нельзя. Можно укрываться в естественных нишах-пещерах в склоне, но также не ближе 2 м от стены. Металлические предметы — альпинистские крючья, ледорубы, кастрюли — собрать в рюкзак и спустить на веревке на 20–30 м ниже по склону.

Вариант 5. Гроза застала вас в машине.

Многие ошибочно считают, что опасно пережидать грозу, сидя в автомобиле. На самом деле машина достаточно хорошо защищает находящихся внутри людей, поскольку даже при ударе молнии разряд идет по поверхности металла. Поэтому, если гроза застала вас в машине, необходимо закрыть все окна и ждать, когда закончится гроза. Однако не следует дотрагиваться до ручек дверей и других

металлических деталей. В том числе и до сотовых телефонов. Щадите свои барабанные перепонки — в грозу через мобильник в руках можно получить звуковой удар. Если гроза застала вас в автомобиле, не нужно его покидать. Необходимо закрыть окна и опустить автомобильную антенну.

Вариант 6. Вы на мотоцикле или велосипеде.

Велосипед и мотоцикл в отличие от машины от грозы вас не спасут. Соответственно, слезаем, укладываем транспорт и укладываемся сами на расстоянии примерно 30 м от них.

Несколько полезных советов для разных случаев

- Во время грозы все металлические предметы: топоры, пилы, лопаты, ножи, посуду и т.п. — надо сложить в 15–30 м от лагеря или людей.
- От почвы, особенно если она влажная, необходимо изолироваться, подложив под себя теплоизолирующий коврик, надувной матрас, ветки, лапник, в крайнем случае, камни, веревки, одежду, обувь и т.п. При этом надо стремиться, чтобы изолятор был как можно более сухим. Сидеть следует сгруппировавшись, согнув спину, опустив голову на согнутые в коленях ноги и предплечья рук, ступни ног соединить вместе. Тело должно иметь наименьший контакт с землей. Мокрую одежду желательно снять и надеть сухую, в крайнем случае, тщательно выжать. Мокрое тело и одежда повышают опасность поражения молнией.
- Когда гроза начнется, потушите костер. Дым — хороший проводник электричества. Бывали, например, случаи, когда молния била в низкую трубу, хотя рядом стояла высокая. А все потому, что «коротышка» дымила.
- В пути группе лучше рассредоточиться. Идти по одному, не спеша.
- Во время грозы ни в коем случае не бегать и не суетиться.
- Нельзя находиться в мокрой одежде и обуви.

Надо помнить, что далеко не всякое поражение молнией, как и другим видом электричества, смертельно. Человеку можно помочь, оказав первую помощь. Основная причина смерти при ударе молнии та же, что и при электрическом ударе, — нарушение деятельно-

сти сердца и легких. Поэтому пострадавшему следует делать искусственное дыхание и массаж сердца, не останавливаясь, и прекращать только тогда, когда у пострадавшего появились явные признаки смерти.

ВАЖНО! Если рядом с вами оказался пораженный молнией человек, не бойтесь дотрагиваться до него — заряда в теле пострадавшего не остается.

Скорая помощь

Правила соблюдения собственной безопасности

1. Оценить обстановку. Если есть вероятность возгорания, взрыва, обвала, поражения машинами и механизмами, прочего, что может угрожать жизни, то вынести пострадавшего из очага возможной угрозы. Внимание! В очаге обрушения, пожара или взрыва имеют право работать только профессиональные спасатели, пожарные и личный состав спецподразделений. Другим лицам запрещено входить в опасную зону и находиться там по личной инициативе.

2. Если пострадавший лежит в зоне шагового напряжения или касается электрического провода, то приближаться к нему только «гусиным» шагом. Внимание! Прежде чем действовать, необходимо обеспечить собственную безопасность с учетом всех наиболее опасных ситуаций.

Оказание первой медицинской помощи при электротравме

Прежде всего, необходимо освободить пострадавшего от действия электрического тока. Прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением, вызывает в большинстве случаев непроизвольное судорожное сокращение мышц. Из-за этого пальцы, если пострадавший держит провод в руках, так сильно сжимаются, что выпустить провод из рук невозможно. Делать это надо весьма осторожно, с соблюдением правил безопасности, чтобы самому «не подключиться» в электрическую цепь и не подвергнуться действию тока.

Лучше, если это возможно, отключить рубильник или выключатель. При их неисправности следует перерубить или перекусить ку-



сачками электрические провода, но обязательно каждый в отдельности, чтобы избежать короткого замыкания. При этом нужно помнить, что без применения надлежащих мер предосторожности прикасаться к человеку, находящемуся под действием тока, опасно для жизни. Первым действием должно быть быстрое отключение от сети той части оборудования, которой касается пострадавший.

При отключении установки может погаснуть электрический свет, поэтому необходимо позаботиться о других источниках освещения (фонари), не задерживая при этом отключения оборудования и оказания помощи пострадавшему.

Если отключение электроустановки не может быть произведено достаточно быстро, необходимо принять меры к отделению пострадавшего от токоведущих частей, которых он касается. Для отделения пострадавшего от провода следует воспользоваться каким-нибудь сухим изолятором (одеждой, канатом, палкой, доской). Нельзя пользоваться в таких случаях металлическими и мокрыми предметами. Можно также взяться за отстающие от тела части его одежды, если она сухая (например, за полы пальто). При этом надо избегать своего прикосновения к окружающим металлическим предметам и к частям тела пострадавшего, не покрытым одеждой. Не следует

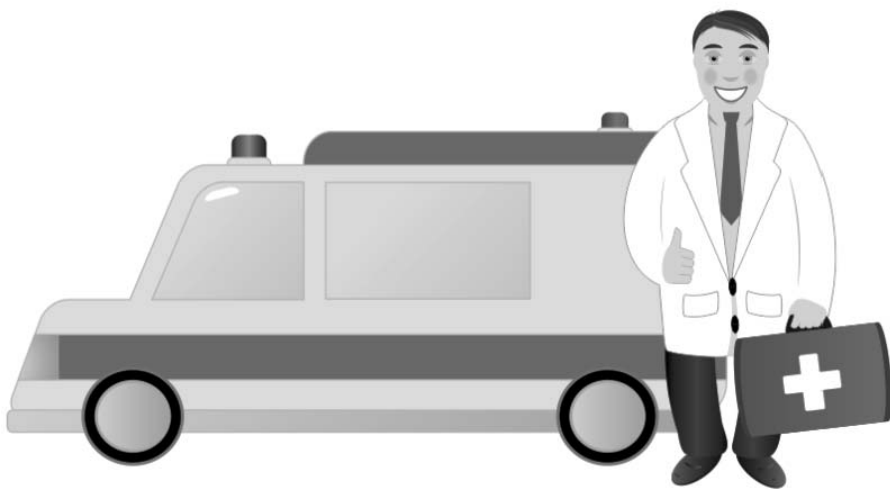
также оттаскивать пострадавшего за ноги без предварительной изоляции своих рук, так как его обувь может быть мокрой, а находящиеся в ней гвозди или крючки для шнуровки являются проводниками тока.

Рекомендуется действовать по возможности лишь одной рукой. Нередко пострадавший сжимает провод; в таком случае следует отделить пострадавшего от земли (подсунуть под него сухую доску, оттянуть ноги от земли веревкой или одеждой), а не стараться разжать его руку. Однако и здесь необходимо соблюдать указанные ранее меры предосторожности как по отношению к себе, так и к пострадавшему. В случае необходимости нужно перерубить или перерезать провода топором с сухой деревянной рукояткой или соответствующим изолирующим инструментом. После освобождения от тока пострадавшему необходимо оказать первую помощь (если умеете).

Часто первую медицинскую помощь оказывают люди, не имеющие специального медицинского образования, и, к сожалению, тяжелое состояние пострадавших, а также наличие серьезных повреждений приводит их к излишней суетливости. При этом возможно использование с их стороны взаимоисключающих, а иногда и вредных средств или недопустимых действий. Вот почему есть необходимость просто прочитать правила и методы оказания первой помощи. От того, насколько быстро и правильно оказана первая помощь, во многом зависят сохранение жизни пострадавшему и результаты последующего восстановительного лечения. Особенно в ситуациях, когда пострадавший — это ребенок. А вот вызвать скорую медицинскую помощь уметь обязан каждый.

Правила вызова скорой помощи

1. Если вы один на месте происшествия, то сначала следует оказать первую помощь, а затем приступить к вызову бригады скорой помощи (в группе можно распределить обязанности).
2. Назвать адрес места происшествия: улицу, номер дома, подъезда, квартиры.
3. Сообщить, что случилось: поражение током, падение с высоты, ДТП и пр.
4. Сообщить, с кем произошел несчастный случай: мужчина, женщина, ребенок, а также количество пострадавших.



5. Указать состояние пострадавшего и характер повреждений: в сознании или без сознания, повреждение конечностей, кровотечение, термические или химические ожоги и пр.

6. Назвать себя и время вызова, узнать, кто принял вызов.

Если пострадавший в сознании, то до прибытия бригады скорой помощи его нужно всячески поддерживать. Если у человека нет сознания, но есть пульс, то до прибытия кареты скорой помощи он должен находиться в положении «лежа на боку» под постоянным присмотром. Если же нет сознания и нет пульса, зрачки не реагируют на свет, то необходимо приступить к комплексу реанимационных действий (уложить пострадавшего на ровную, твердую поверхность, освободить грудную клетку от одежды, расстегнуть поясной ремень, сделать вдох искусственного дыхания, приступить к непрямому массажу сердца). Причем искусственное дыхание и непрямой массаж сердца необходимо проводить до тех пор, пока пострадавший не придет в сознание, либо не придут медики. Но, к сожалению, далеко не каждый человек способен правильно выполнить эти действия. Комплекс реанимационных действий могут проводить только специально обученные люди.

ОТЗЫВЫ О ПОСОБИИ

«С уверенностью могу рекомендовать эту книгу к использованию в качестве методического пособия. Красочные иллюстрации, доступное изложение, детальная проработка темы — все это делает пособие, которое вы держите в руках, интересным и необходимым для изучения. На мой взгляд, информация, собранная автором, поможет всем, кто заинтересован в безопасности детей при обращении с электрическим током».

Татьяна Желтова, методист, педагог-организатор ГОАУ ЯО
Центра детско-юношеского технического творчества

«Изложение проблем электробезопасности в доступной форме» — так кратко можно охарактеризовать работу автора, которую я считаю одним из самых удачных трудов среди школьных пособий об электричестве и правилах обращения с ним. Хочется особенно отметить раздел «Термины по электробезопасности», где собраны определения из области энергетики, которые необходимо знать детям и родителям».

Татьяна Постнова, заведующая отделом Тверского областного центра
детского и семейного чтения им. А.С. Пушкина

«С интересом ознакомился с книгой. Автор удачно проработал структуру, нашел подход к изложению достаточно сложной и обширной темы электробезопасности. У пособия ярко выраженный межпредметный характер, поэтому оно может с легкостью использоваться школьниками при подготовке рефератов, докладов, информационных сообщений. Надо отметить, что книга станет незаменимой не только для занятий «ОБЖ», но и для проведения уроков по электробезопасности в курсе изучения других дисциплин: физики, химии, биологии».

Сергей Сергеев, доцент,
заведующий кафедрой «Электроснабжение»
ФГБОУ высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»

Анпилов Эдуард Николаевич

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИЮ УРОКОВ
ПО ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ**

Корректura — *А.В. Панюгина*

Рисунки — *Д. Белялова*

Верстка — *Л.В. Листвин*

Подписано в печать 15.11.2013 г.

Формат 60х90/16.

Заказ № 578. Тираж 1500 экз.

ООО «Издательская группа «Граница»

123007 Москва, Хорошевское шоссе, 38

Тел.: (495) 941-26-66, 941-27-49.

Факс: (495) 941-36-46.