



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

К.64

(02/2004)

СЕРИЯ К: ЗАЩИТА ОТ ПОМЕХ

**Практика безопасной работы
на внешнем оборудовании, установленном
в специфических условиях**

Рекомендация МСЭ-Т К.64

Рекомендация МСЭ-Т К.64

Практика безопасной работы на внешнем оборудовании, установленном в специфических условиях

Резюме

В настоящей Рекомендации описывается практика работы обслуживающего персонала, чтобы помочь ему работать безопасно на установках электросвязи в трех специфических условиях.

Специфические условия, рассматриваемые в данной Рекомендации, характеризуются влажностью или тесной близостью к неизолированным металлическим частям.

Практика работы относится к работе на установке электросвязи с уровнем напряжения, превышающим пределы, определенные для аналоговых цепей КТСОП, таких как цепи RFT-C или RFT-V.

Источник

Рекомендация МСЭ-Т К.64 утверждена 29 февраля 2004 года 5-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2001–2004 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

МСЭ-Т благодарит Международную электротехническую комиссию (МЭК) за разрешение воспроизвести информацию из Технического отчета МЭК 60479-1. Авторским правом на все такие извлечения владеет МЭК, Женева, Швейцария. Все права сохранены. Дальнейшая информация по МЭК имеется по адресу: <http://www.iec.ch/>. МЭК не несет ответственности за размещение и контекст, в которых извлечения и информация воспроизведены МСЭ-Т, равно как и за другую информацию и за точность воспроизведения.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи. Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним с целью стандартизации электросвязи на всемирной основе.

Всемирная ассамблея по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяет темы для изучения Исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение Рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соответствие положениям данной Рекомендации является добровольным делом. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (для обеспечения, например, возможности взаимодействия или применимости), и тогда соответствие данной Рекомендации достигается в том случае, если выполняются все эти обязательные положения. Для выражения требований используются слова "shall" ("должен", "обязан") или некоторые другие обязывающие термины, такие как "must" ("должен"), а также их отрицательные эквиваленты. Использование таких слов не предполагает, что соответствие данной Рекомендации требуется от каждой стороны.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на то, что практическое применение или реализация этой Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, обоснованности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, отстаиваются ли они членами МСЭ или другими сторонами вне процесса подготовки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещения об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для реализации этой Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что это может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ.

© ITU 2005

Все права сохранены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких-либо средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Область применения	1
2 Ссылки	1
3 Определения	1
4 Сокращения	2
5 Специфические рабочие места в электросвязи	3
6 Уровни напряжения в установках электросвязи	3
7 Практика работы на установках электросвязи в специфических условиях	5
7.1 Отключение энергоснабжения	5
7.2 Практика работы на действующих цепях электросвязи	5
8 Работа на установках электросвязи при риске электрического удара	7
8.1 Работа на оборудовании или устройствах (оконечный бокс и т. д.).....	7
8.2 Работа на кабелях.....	8
Добавление I – Рациональные величины предельных безопасных напряжений на рабочем месте с большим риском электрического удара.....	9
I.1 Практические случаи.....	9
I.2 Допущения при расчетах	9
I.3 Расчет предельного тока	11
I.4 Расчет предельного напряжения	15

Введение

Операторы сетей в своей инфраструктуре электросвязи используют оборудование, которое дистанционно снабжается энергией по парам симметричных или коаксиальных кабелей. Напряжения и токи, которые питают эти системы, различаются между собой и соответствуют предельным значениям, определенным в стандартах МЭК 60950-1 и МЭК 60950-21 для пар симметричных кабелей и в стандарте МЭК 60728-11 для коаксиальных кабелей. Предельные значения в этих стандартах определены, чтобы обслуживающий персонал мог работать безопасно на этих линиях без обесточивания цепей.

Несмотря на это, в среде электросвязи бывают обстоятельства, когда необходимо принять дополнительные меры предосторожности, чтобы сделать безопасной работу обслуживающего персонала на цепях, прикосновение к которым в обычных условиях считается безопасным. Эти обстоятельства характеризуются условиями влажности, иногда связанными с наличием стоячей воды. В данной Рекомендации рассматриваются три практические ситуации, когда необходимы дополнительные меры предосторожности, и определяется, как должен выполнять работу обслуживающий персонал, чтобы уменьшить риск, связанный с этими ситуациями.

Отдельные случаи применения, местные условия или правила могут вызвать необходимость в дополнительных мерах безопасности или во внесении изменений в практику, представленную в данной Рекомендации.

Рекомендация МСЭ-Т К.64

Практика безопасной работы на внешнем оборудовании, установленном в специфических условиях

1 Область применения

Назначение данной Рекомендации – предоставить описание порядка действий при техническом обслуживании в специфических условиях оборудования электросвязи с уровнем напряжения, превышающем пределы, установленные для аналоговых цепей КТСОП. Специфические условия, рассматриваемые в данной Рекомендации, характеризуются влажностью или тесной близостью к неизолированным металлическим частям.

2 Ссылки

Указанные ниже Рекомендации МСЭ-Т и другие источники содержат положения, которые путем ссылки на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все Рекомендации и другие источники могут подвергаться пересмотру; поэтому всем пользователям данной Рекомендации предлагается изучить возможность применения последнего издания Рекомендаций и других источников, перечисленных ниже. Список действующих в настоящее время Рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка на документ в данной Рекомендации не придает ему как отдельному документу статус Рекомендации.

- [1] IEC 60950-1 (2001-10), *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements.*
- [2] ITU-T Directives (Vol. VI, 1989), *Danger and disturbance.*
- [3] ITU-T Directives (Vol. VII, 1989), *Protective measures and safety precautions.*
- [4] IEC/TR2 60479-1 (1994-09), *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects.*
- [5] ITU-T Recommendation K.50 (2000), *Safe limits of operating voltages and currents for telecommunication systems powered over the network.*
- [6] ITU-T Recommendation K.51 (2000), *Safety criteria for telecommunication equipment.*
- [7] IEC 60728-11 (WIP), *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 11: Safety requirements.*
- [8] IEC 60950-21 (2002-12), *Information technology equipment – Safety – Part 21: Remote power feeding.*

3 Определения

В настоящей Рекомендации определяются следующие термины:

3.1 цепь КТВ: Цепь сопряжения КАБЕЛЬНОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, предназначенная для передачи видео, данных и/или звуковых сигналов между отдельными зданиями или внешними антеннами и зданиями.

ПРИМЕЧАНИЕ. – В данной Рекомендации рассматриваются только цепи КТВ, которые снабжаются питанием дистанционно, то есть подключены к фидеру между устройством оптического узла и последним линейным усилителем.

3.2 сухая среда: Условия окружающей среды, в которых сопротивление кожи и тела не понижено по сравнению со значением, определенным в стандарте МЭК 60479-1.

3.3 классификация окружающей среды: Рассматриваемая в данной Рекомендации окружающая среда классифицируется следующим образом:

- окружающая среда типа 1: среда с мокрыми полами, иногда со стоячей водой (например, люки, подвалы, траншеи);
- окружающая среда типа 2: среда с влажными стенами и ограниченным рабочим пространством (например, подвал), так что влажная стена может соприкоснуться с телом человека и создавать (в случае контакта руки с токонесущей частью) путь для тока, отличный от пути "рука–ноги";
- окружающая среда типа 3: среда с ограниченным рабочим пространством и наличием посторонних металлических частей (например, оборудование других служб); во время работы большая площадь металлических частей (например, металлическая радиомачта) находится в продолжительном контакте с телом.

3.4 изолированный инструмент: Инструмент, как, например, отвертка, ножницы или плоскогубцы, имеющий изолированную ручку, который может быть использован персоналом во время работы на оборудовании электросвязи или кабеле.

3.5 аналоговая цепь КТСОП: Цепь TNV (см. п. 3.9), действующая при напряжении меньшем или равном 90 В постоянного тока с модулированным звуковым сигналом в соответствии со стандартом МЭК 60950-1.

3.6 Цепь RFT-C: Цепь дистанционного питания электросвязи, которая спроектирована и защищена таким образом, что в нормальных рабочих условиях и в условиях единичного повреждения токи в цепи не превышают определенных величин.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Предельные величины токов при нормальной работе и работе в условиях единичного повреждения определяются в Рекомендации МСЭ-Т К.50 или стандарте МЭК 60950-21.

3.7 Цепь RFT-V: Цепь дистанционного питания электросвязи, которая спроектирована и защищена таким образом, что в нормальных рабочих условиях и в условиях единичного повреждения напряжения, а также доступная зона контакта ограничены.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Предельные величины напряжений при нормальной работе и работе в условиях единичного повреждения определяются в Рекомендации МСЭ-Т К.50 или стандарте МЭК 60950-21.

3.8 обслуживающий персонал: Лицо, имеющее соответствующую техническую подготовку и опыт, необходимые, чтобы знать об опасностях, которым может подвергаться человек при выполнении задания, и о мерах по минимизации риска в отношении самого себя и других людей.

3.9 Цепь TNV: Цепь в оборудовании, доступная зона контакта с которой ограничена и которая спроектирована и защищена таким образом, что в нормальных рабочих условиях и условиях единичных повреждений напряжения не превышают установленных предельных величин.

3.10 пользователь: Любое лицо, кроме обслуживающего персонала.

3.11 влажная среда: Условия окружающей среды, в которых сопротивление кожи и тела понижены по сравнению со значением, определенным в стандарте МЭК 60479-1.

3.12 подвал: Подземное помещение (колодец, шахта, вход кабеля на станцию или в высотное здание) или расположенный выше грунта цоколь или шкаф, используемые для размещения связанного оборудования, такого как герметичные муфты, кожухи и/или электронное оборудование, которое установлено снаружи.

4 Сокращения

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения:

КТВ	Кабельное телевидение
ССР	Точка перекрестного соединения
DC	Постоянный ток

MDF	Главная схема распределения (пульт управления)
КТСОП	Коммутируемая телефонная сеть общего пользования
RFT-C	Дистанционное питание электросвязи – цепь тока (с источником тока)
RFT-V	Дистанционное питание электросвязи – цепь напряжения (с источником напряжения)
rms	Действующее (среднеквадратичное) значение
SELV	Безопасное сверхнизкое напряжение
TLC	Электросвязь
TNV	Напряжение сети электросвязи

5 Специфические рабочие места в электросвязи

Стандарты безопасности признают, что уровни напряжения, считающиеся безопасными для прикосновения в нормальных условиях, могут представлять опасность для обслуживающего персонала в условиях влажности. Например, известно, что предельные уровни напряжения в цепи SELV могут представлять риск электрического удара для человека, когда такие цепи используются во влажной среде; по этой причине предельное напряжение для частей оборудования, к которым может прикоснуться человек, равно половине предельной величины, применяемой в сухой среде.

Очевидно, что нельзя понизить напряжение, обычно используемое на линии электросвязи, до более низких величин, чтобы иметь те же условия безопасности во влажной среде при прикосновениях обслуживающего персонала. В таких случаях, учитывая присутствие потенциально вредных источников энергии, поведение обслуживающего персонала становится эффективным средством предотвращения вреда. Поэтому, когда требуется техническое обслуживание оборудования, а обеспечить сухую среду невозможно, необходимо следовать практике безопасной работы. Такой подход возможен, поскольку обслуживающий персонал является квалифицированным и подготовленным.

Примером такой работы служит осуществление технического обслуживания внутри колодца или, в общем случае, в подвале, где присутствие воды на дне так же вероятно, как и просачивания воды через внутренние стены. Иногда ограниченное рабочее пространство затрудняет техническое обслуживание оборудования и увеличивает вероятность того, что путь тока через тело человека будет отличаться от пути "рука–ноги". Наконец, возможен случайный неблагоприятный контакт (большой по площади) обслуживающего персонала с токонесущими проводниками. Это может случиться, например, если одна рука держит инструмент, закрепленный на токонесущем проводнике, а другая рука или другая часть тела находится в тесном контакте с заземленным проводником.

Суммируя, заключаем, что существуют три вида специфических условий окружающей среды, которые могут представлять угрозу для безопасности обслуживающего персонала, работающего на оборудовании электросвязи:

- 1) окружающая среда типа 1: влажная среда (см. п. 3.3);
- 2) окружающая среда типа 2: ограниченное рабочее пространство во влажной среде (см. п. 3.3);
- 3) окружающая среда типа 3: ограниченное рабочее пространство, соприкасающееся с внешними металлическими частями (см. п. 3.3).

Чтобы уменьшить риск электрического удара, связанного с техническим обслуживанием, выполняемым в таких условиях, обслуживающий персонал должен следовать простой и эффективной рабочей практике, описанной в разделе 7.

6 Уровни напряжения в установках электросвязи

Стандарт МЭК 60950-1 допускает уровни напряжения не выше 70,7 В (пиковое значение) или 120 В постоянного тока в парах симметричных кабелей сетей электросвязи. Цепи TNV, доступ к которым может иметь только квалифицированный персонал, безопасны в обычной среде (в сухой среде), но во

влажной среде контакт с такими цепями при напряжениях, превышающих напряжения в аналоговых КТСОП (см. п. 3.5), может быть опасным для обслуживающего персонала вследствие уменьшения контактного сопротивления.

Уровни напряжения, используемые в распределительной коаксиальной кабельной сети, определены в стандарте МЭК 60728-11. Между внутренней и внешней жилами кабеля разрешаются уровни напряжения до 65 В (rms), 120 В постоянного тока. Должно быть учтено, чтобы такие уровни напряжения были совершенно недоступны пользователю, а обслуживающий персонал может иметь доступ к нему только после удаления покрытий оборудования с помощью инструментов. Стандарт МЭК 60950-21 ввел деление цепей дистанционного питания электросвязи на цепи тока (RFT-C) и цепи напряжения (RFT-V). В обоих типах цепей возможен контакт голыми руками для обслуживающего персонала линии в рабочем состоянии в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т К.50.

В таблице 1 приведены уровни напряжения, которые могут присутствовать в линии электросвязи в нормальных условиях для различных типов цепей в сетях [1], [5], [7] и [8]. Эти уровни напряжения основаны на предположении, что площадь поверхности контакта не превышает 1 см², чтобы ограничить полное сопротивление тела по пути "рука–ноги" величиной свыше 5 кОм.

Таблица 1/К.64 – Напряжения в линии электросвязи при нормальных условиях для различных типов цепей в оборудовании, питающем сеть

Тип цепи	U пост. тока макс. (В)	U пер. тока макс. (В)
TNV	120	70,7 (пиковое значение)
RFT-C	± 400 (Примечание 1)	Нет данных
RFT-V	± 140 (Примечание 2)	Нет данных
КТВ	120	65 (rms)

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Если напряжение проводных сетей связи не установлено. Если оно определено, напряжение питания должно быть ограничено этой величиной или максимальной величиной 1500 В (см. Приложение В/К.50).

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Или ± 200 В, если ток короткого замыкания цепи ограничен величиной 10 мА постоянного тока (см. Приложение А/К.50).

Существенно, что именно ток, текущий через тело, определяет реакцию человека на электрическое влияние. Напряжение является важным потому, что вместе с полным сопротивлением тела оно определяет ток, проходящий через тело.

Более ранние предельные уровни тока и напряжения были рассчитаны на основе "безопасных" пределов. Это определяет порог, при котором невозможно организовать энергоснабжение. В случае цепей с ограниченным напряжением, например цепей TNV и RFT-V, предельные уровни напряжения определяются с использованием полного сопротивления тела человека в 5 кОм. Это вводит дополнительный запас безопасности в допустимые пределы в случае пути тока через тело человека, поскольку на практике могут встретиться более высокие значения полного сопротивления тела, как указано в стандарте МЭК 60479-1 (малая площадь поверхности контакта).

Практика работы с необесточенными проводниками влияет на вероятность физиологической реакции. Вероятность специфической реакции организма при определенном уровне напряжения зависит от мер предосторожности, принимаемых при работе с этими находящимися под током частями. Эти меры предосторожности могут быть очень простыми при более низких напряжениях, но могут включать отсоединение энергоснабжения от кабеля или оборудования перед работой.

Меры предосторожности, описанные ниже, позволяют обслуживающему персоналу работать безопасно в специфических условиях, определенных данной Рекомендацией.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Возможное влияние наведенных напряжений в линии электросвязи находится в стадии изучения.

7 Практика работы на установках электросвязи в специфических условиях

Работа на установках электросвязи в нормальных условиях, так же как и в специфической среде, рассмотренной в данной Рекомендации (окружающая среда типа 1, 2 или 3), должна выполняться только квалифицированным обслуживающим персоналом, выполняющим четко определенные процедуры безопасной работы.

Данная Рекомендация требует прежде всего классификации установки электросвязи, на которой необходимо работать; на практике должны быть указаны установки с напряжением от цепей TNV, RFT-C, RFT-V или коаксиальных кабельных цепей. Прежде чем начать работу, согласно данной Рекомендации требуется, чтобы обслуживающий персонал оценил риск путем определения напряжения в оборудовании электросвязи (например, обратившись к документации/чертежам на оборудование электросвязи, где имеется информация о типе служб).

Для проводников с напряжением выше, чем в аналоговой службе КТСОП, на схеме MDF и в доступных точках перекрестных соединений (ССР) вдоль трассы должны быть установлены ярлыки или изолированные маркеры (например, цветные пластиковые зажимы), чтобы ясно показывать тип службы и напряжение. В этих случаях должны быть соблюдены меры предосторожности, описанные в подразделах 7.1 и 7.2 (рисунок 1).

7.1 Отключение электроснабжения

Электрические работы на установках электросвязи в окружающей среде типа 1, 2 или 3 должны выполняться предпочтительно с отключенным энергоснабжением или с использованием изолирующих, разъединительных или закорачивающих устройств на схеме MDF или в других подходящих точках ССР на проводниках с потенциально опасным уровнем напряжения в пределах применимости данной Рекомендации.

Когда это возможно, на схеме MDF (пульте управления) должно быть также размещено временное уведомление, которые ясно указывают на необходимость использования в некоторых местах изолирующих или разъединяющих устройств или отключения, так как на линии производятся работы.

Тем не менее предупреждение считается достаточным только в том случае, если блокирующие устройства используются в местах, куда доступ возможен лишь обслуживающему персоналу; в противном случае требуется запирать блокирующие устройства в положении "Off" ("Выкл").

Когда работа полностью завершена, электроснабжение может быть восстановлено только после того, как обслуживающий персонал сделает оборудование безопасным.

На схеме MDF проводники, переносящие уровни напряжения от цепей RFT-V или RFT-C, должны быть маркированы. Непреднамеренного контакта между проводниками различных цепей энергоснабжения даже одного типа следует избегать, например, с помощью изолирующих покрытий.

Перед началом работы обслуживающий персонал должен проверить с использованием соответствующих измерительных приборов отсутствие напряжений, превышающих предельные уровни аналоговых КТСОП (см. п. 3.5), на всех проводниках, где необходимо действовать.

7.2 Практика работы на действующих цепях электросвязи

Там, где практически невозможно отключить энергопитание от частей оборудования, которых может касаться голыми руками обслуживающий персонал в специфических условиях, следует использовать инструменты с изолированными ручками или другие эффективные изолированные защитные устройства (например, изоляционные перчатки и/или резиновые боты в окружающей среде типа 1).

Для различных типов окружающей среды, определенных в данной Рекомендации, необходимо принимать следующие меры предосторожности¹:

- Окружающая среда типа 1: если напряжение в цепях TNV или RFT-V (с источником напряжения без ограничения величины тока) выше, чем 105 В постоянного тока, необходимо использовать изолированные проводники или инструменты с изолированными ручками, чтобы избежать контакта с проводниками голыми руками, и/или резиновые изоляционные боты, чтобы предохранить ноги от контакта с влагой.
- Окружающая среда типа 2 и 3: если напряжение в цепях TNV или RFT-V (с источником напряжения без ограничения величины тока) выше, чем 90 В постоянного тока, необходимо использовать изолированные проводники или инструменты с изолированными ручками, изоляционные боты или изоляционные перчатки.
- Окружающая среда типа 2 и 3: если напряжение в коаксиальном кабеле выше, чем 60 В (rms), необходимо использовать изолированные проводники или инструменты с изолированными ручками.

Если работа выполняется на действующих частях, важно, чтобы возможные замыкания на землю или токи утечки (см. В.3/К.50), в особенности с плавающими (блуждающими) энергетическими системами, которые могут порождать опасные токи прикосновения (цепи RFT-C), были обнаружены измерением и чтобы низкое полное сопротивление по отношению к земле одного из проводников линии было устранено перед началом работы.

Эти меры безопасности на действующих линиях при различных типах условий окружающей среды обобщены в таблице 2.

При работе вблизи частей другого действующего оборудования электросвязи, отличного от цепей КТСОП, если обслуживающий персонал не может использовать специальные защитные устройства, рабочий должен стараться держать руки достаточно далеко от этих действующих частей.

Таблица 2/К.64 – Меры предосторожности при работе на действующих установках в окружающей среде различных типов

Окружающая среда	Цепь TNV	Цепь RFT-C	Цепь RFT-V с источником напряжения без ограничения тока	Цепь КТВ
Окружающая среда типа 1: влажная среда	Если напряжение выше 105 В постоянного тока, используются изолированные проводники или инструменты с изолированными ручками.	Прикасаются только к одному проводнику и проверяют наличие замыканий на землю.	Если напряжение выше 105 В постоянного тока, используются изолированные проводники или инструменты с изолированными ручками.	Специфические меры предосторожности не указываются.
Окружающая среда типа 2: ограниченное рабочее пространство во влажной среде	Если напряжение выше 90 В постоянного тока, используются изолированные проводники или инструменты с изолированными ручками.	Прикасаются только к одному проводнику и проверяют наличие замыканий на землю.	Если напряжение выше 105 В постоянного тока, используются изолированные проводники или инструменты с изолированными ручками, изоляционные перчатки или боты.	Если напряжение выше 60 В (rms), используются изолированные проводники или инструменты с изолированными ручками.
Окружающая среда типа 3: ограниченное рабочее пространство в контакте с внешними металлическими частями	Если напряжение выше 90 В постоянного тока, используются изолированные проводники или инструменты с изолированными ручками.	Прикасаются только к одному проводнику и проверяют наличие замыканий на землю.	Если напряжение выше 105 В постоянного тока, используются изолированные проводники или инструменты с изолированными ручками, изоляционные перчатки или боты.	Если напряжение выше 60 В (rms), используются изолированные проводники или инструменты с изолированными ручками.

¹ Указанные величины рассчитываются в Добавлении I.

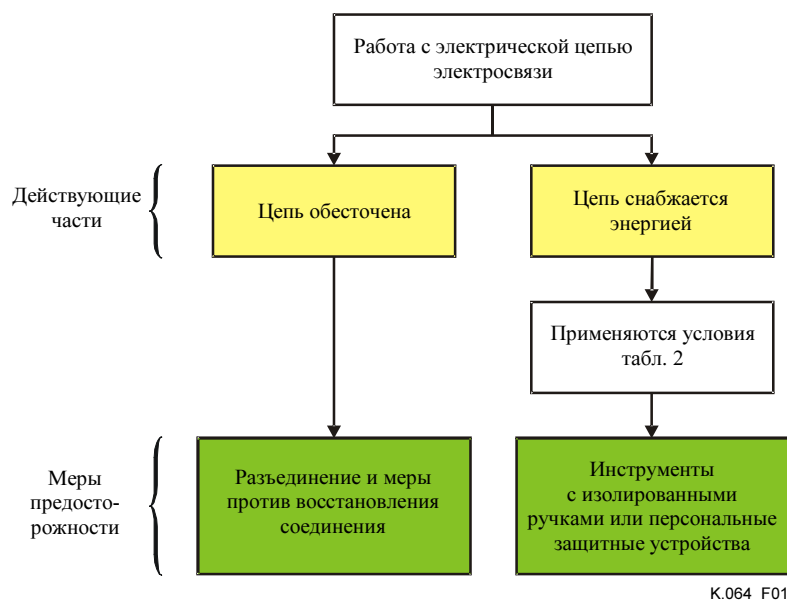


Рисунок 1/К.64 – Схема мер предосторожности в специфических условиях (см. п. 3.3)

8 Работа на установках электросвязи при риске электрического удара

Обычно работа, осуществляемая на установках электросвязи, может представлять собой один из следующих видов деятельности:

- техническое обслуживание или замена оборудования;
- действия на кабеле.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Данная Рекомендация относится только к двум вышеприведенным видам деятельности, поскольку считается, что до первой активизации установки, она является отключенной и не представляет опасности в свете данной Рекомендации.

8.1 Работа на оборудовании или устройствах (оконечный бокс и т. д.)

Оборудование, установленное в условиях с риском электрического удара, должно иметь предупреждающий знак, ясно видимый на его корпусе (чехле, ограждении), чтобы напоминать обслуживающему персоналу о необходимости использовать надлежащие меры безопасности.

В условиях, подобных колодцам, при установке и выборе места для оборудования следует учитывать необходимость технического обслуживания. Кроме того, где это возможно, при установке и выборе места для оборудования внимание должно быть уделено тому, чтобы облегчить действия на рабочем месте. Одним из примером этого является использование кабелей достаточной длины, чтобы оборудование, находящееся внутри колодца, можно было:

- полностью временно перемещать из колодца на поверхность дороги;
- поднимать со дна колодца на такой уровень, который позволяет выполнять техническое обслуживание снаружи.

Если на поверхности дороги сухо, действия в таких условиях сравнимы с действиями в обычных условиях.

Если необходимо работать в таких условиях окружающей среды, как подвал, тогда, принимая во внимание вероятность ограниченной свободы движения, порядок действий должен зависеть от характера работы.

В отношении технического обслуживания на линии или оконечном оборудовании для такой цели можно выделить следующие случаи:

- 1) электрические измерения: необходимо, чтобы измерительные приборы и вспомогательные принадлежности имели уровень изоляции, соответствующий ожидаемому напряжению, существующему на линии электросвязи;
- 2) техническое обслуживание путем удаления или вставки непосредственно извлекаемых компонентов;
- 3) техническое обслуживание вручную непосредственно на компонентах, не имеющих доступных частей под опасным напряжением;
- 4) техническое обслуживание вручную на компонентах, имеющих доступные части под опасным напряжением.

Только в том случае, если работа должна выполняться на доступных частях действующего оборудования, необходимо использовать инструменты с изолированными ручками. В других случаях обслуживающий персонал не будет подвергаться вредным воздействиям, поэтому работа голыми руками возможна.

Работа по замене оборудования должна производиться только после отключения энергоснабжения.

8.2 Работа на кабелях

Как правило, работа на кабеле может быть безопасной, если оболочка кабеля не вскрыта или если после вскрытия невозможно коснуться внутренних проводников цепи дистанционного питания с напряжением, превышающим предельные уровни для аналоговой КТСОП.

Внешний проводник коаксиального кабеля или пластиковая изоляция проводников кабельной пары не должны быть нарушены во время работы.

Во время нормальной работы на кабелях, например при сращивании, может случиться контакт всей поверхности руки или даже от руки к руке. Такой возможности следует избегать. Поэтому предпочтительны методы сращивания, которые не удаляют изоляцию с проводников.

На кабелях возможны два вида сращивания:

- 1) новое сращивание, включающее все жилы (проводники) кабеля;
- 2) повторное сращивание, включающее только некоторые жилы кабеля.

Первый случай возможен, например, когда кабель оборван в поле, и поскольку телефонное обслуживание прервано, удобно отсоединить питание на всех жилах с уровнем напряжения, превышающим предельные уровни в аналоговых цепях (службы КТСОП), чтобы защитить обслуживающий персонал, выполняющий сращивание в условиях риска электрического удара.

Во втором случае используются два метода:

- 1) Определить в сростке пары с напряжением, превышающим пределы напряжения аналоговых КТСОП, с использованием инструментов, таких как "искатель пар", или традиционных методов, которые требуют от обслуживающего персонала продвигаться методом проб и ошибок по всем жилам одна за другой, чтобы идентифицировать их на станции на стороне сети. Прикрепить этикетки, чтобы избежать нежелательных контактов. Это может быть самым простым методом для жил с бумажной изоляцией.
- 2) Использовать изолированные инструменты, чтобы избежать проводящих путей к земле. Это может быть наиболее практичным методом для жил с пластиковой изоляцией.

Проводники с уровнем напряжения, превышающим пределы напряжения в аналоговых цепях (службы КТСОП) должны быть прерваны на MDF/ССР подходящими изоляторами/разъединителями или замыкающими устройствами, если только сращивание не производится без вероятности контакта кожи с неизолированными проводниками с использованием подходящих персональных защитных устройств или практики, описанной в подразделе 7.2.

Что касается оборудования, обслуживающий персонал должен прежде всего удостовериться, что электропитания в жилах нет. Действия на кабеле, предшествующие проверке того, что дистанционное питание выключено, должны выполняться с использованием изолированных инструментов.

Добавление I

Рациональные величины предельных безопасных напряжений на рабочем месте с большим риском электрического удара

В данном Приложении описываются приведенные в таблице 2 рациональные величины предельных безопасных для человека напряжений при работе в цепях TNV, RFT-V и цепи КТВ на рабочем месте с большим риском электрического удара.

Расчеты соответствуют стандарту МЭК 60479-1, определяющему величины напряжения и тока, которые в случае контакта тела человека с действующими частями установки электросвязи не вызывают опасных ситуаций для подготовленного персонала.

I.1 Практические случаи

В соответствии с классификацией типов окружающей среды для риска электрического удара, описанной в подразделе 3.3, идентифицированы различные условия работы, которые могут определять различные воздействия на тело человека.

Они зависят по существу от типа контакта тела с установкой электросвязи и землей и окружающих условий места расположения.

Части тела, которые могут иметь контакт с установкой электросвязи и землей, следующие:

- руки;
- спина;
- седалище;
- ноги.

I.2 Допущения при расчетах

Расчеты должны определить предельный уровень контактного напряжения, возникающего при касании установки электросвязи, при котором не создается опасный для человека ток, исходя из величины полного сопротивления тела человека на пути контакта (Z).

Для этого обратимся к стандарту МЭК 60479-1, который рассматривает это сопротивление Z как состоящее из:

$$Z = Z_b + Z_c,$$

где

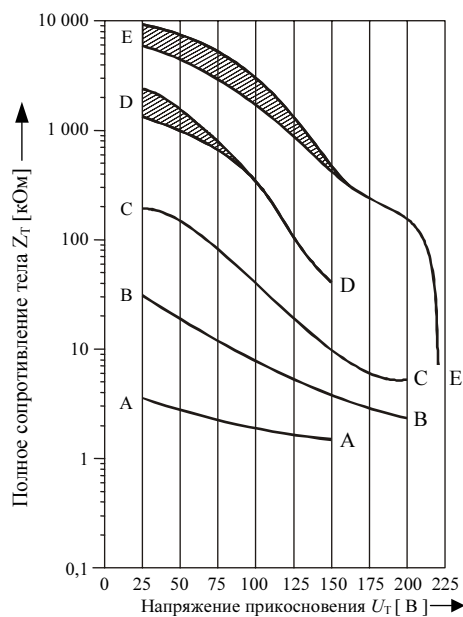
Z_b – часть полного сопротивления тела в зависимости от поверхности контакта и напряжения прикосновения на рассматриваемом пути тока;

Z_c – полное сопротивление соприкосновения с землей.

На рисунке I.1 показано полное сопротивление тела человека Z_T в зависимости от поверхности контакта и напряжения прикосновения на пути тока "рука–рука".

Чтобы получить Z_b , необходимо рассчитать часть сопротивления тела человека по интересующему пути контакта относительно полного сопротивления Z_T .

Такая часть сопротивления может быть получена из рисунка I.2.

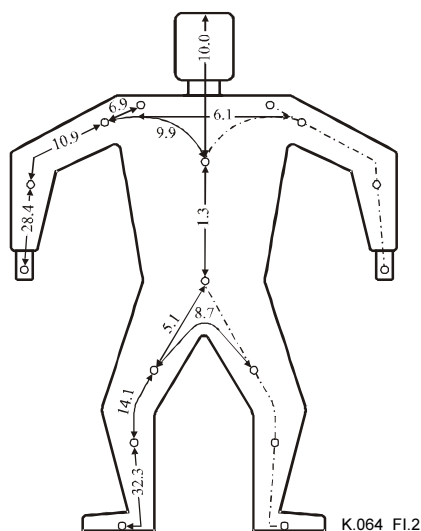


A	Площадь поверхности контакта	8000 мм ²
B	Площадь поверхности контакта	1000 мм ²
C	Площадь поверхности контакта	100 мм ²
D	Площадь поверхности контакта	10 мм ²
E	Площадь поверхности контакта	1 мм ²

(Напряжение пробоя кожи 220 В)

K.064_F1.1

Рисунок I.1/К.64 – Полное сопротивление тела человека для пути тока "рука–рука"



Цифры показывают проценты внутреннего полного сопротивления тела человека для соответствующей части тела в отношении пути тока "рука–нога".

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Чтобы рассчитать общее полное сопротивление тела Z_T для данного пути тока, необходимо суммировать внутренние полные сопротивления всех частей тела на пути тока, а также полное сопротивление кожи на площади контакта.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Внутреннее сопротивление от руки к обоим ногам составляет примерно 75%, сопротивление от обеих рук к обоим ногам – 50% и сопротивление от обеих рук к туловищу – 25% от полного сопротивления рука–рука или рука–нога.

Рисунок I.2/К.64 – Процентное соотношение внутреннего сопротивления тела человека на пути тока "рука–нога"

Поэтому

$$Z_b = k \times Z_T,$$

где k – сумма процентов сопротивлений, встреченных на рассматриваемом пути.

Хотя в соответствии со стандартом МЭК 60950-1 поверхность контакта считается равной 100 мм² (размер кончика пальца), при выполнении данного расчета следует также учитывать возможность того, что оператор, пользуясь изолированными инструментами, случайно касается действующих частей оборудования электросвязи всем пальцем. Поэтому эта поверхность предполагается равной 1000 мм², и соответственно должна быть принята во внимание кривая В на рисунке I.1.

Относительно полного сопротивления контакта тела с землей Z_c предполагается, что:

- пол и стены всегда сырые или влажные и их сопротивление не превышает 200 Ом;
- сопротивление мокрой или влажной обуви составляет 1000 Ом [см. стандарт CENELEC HD637];
- сопротивление металлических частей равно 0 Ом.

Поэтому анализируемые случаи, показанные в таблице I.1, рассматривают разницу в пути между спиной и сидалищем как пренебрежимо малую (1,3%).

Таблица I.1/К.64 – Анализируемые случаи

Случай	Тип окружающей среды	Путь тока	Состояние обуви	Полное сопротивление контакта с полом, стенами или металлическими частями	Процент полного сопротивления тела человека по отношению к пути (К)
1	1	Рука–ноги	Мокрая или влажная	1200 Ом	75
2		Руки–ноги			50
3		Рука–нога			100
4	2	Рука–рука		200 Ом	100
5		Рука–сидалище			50
6		Руки–сидалище			25
7	3	Рука–рука		0 Ом	100
8		Рука–сидалище			50
9		Руки–сидалище			25

I.3 Расчет предельного тока

Уровень опасности тока, текущего через тело человека, связан с его интенсивностью и длительностью.

На рисунке I.3 показаны пределы зон для различных физиологических воздействий тока на тело человека и их описание, относящееся к переменному току.

На рисунке I.4 показаны пределы зон для различных физиологических воздействий тока на тело человека и их описание, относящееся к постоянному току.

Такие величины токов могут изменяться в зависимости от различных путей тока через тело человека; фактор, учитывающий этот факт, – это так называемый фактор сердечного тока (F), величина которого показана в таблице I.2.

Поэтому:

$$I_h = \frac{I_{ref}}{F},$$

где

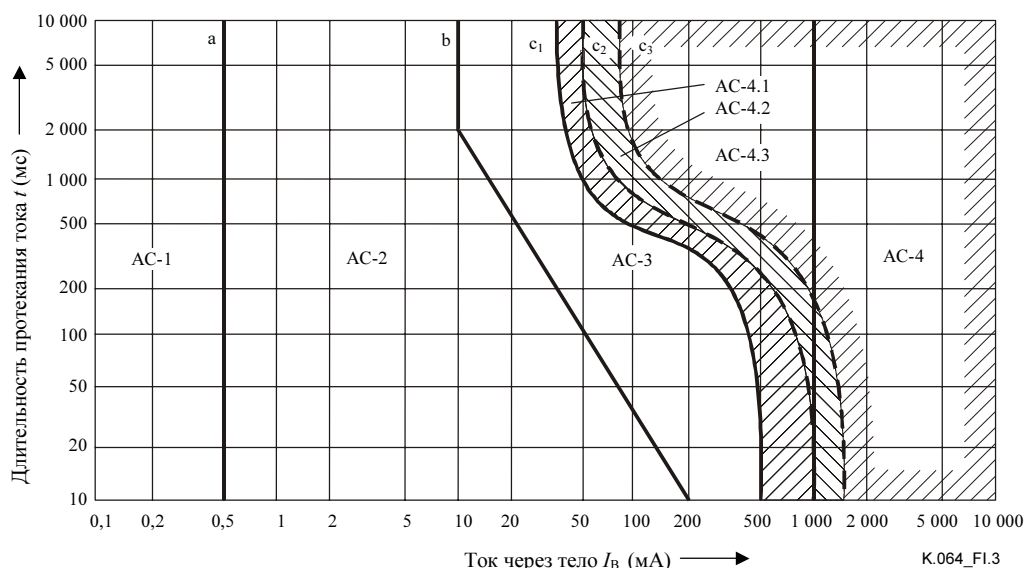
I_{ref} – эталонный ток, который берется из рисунков I.3 и I.4;

I_h – ток для различных путей, указанный в таблице I.2.

В случае аналогичных путей следует рассматривать величину F, отражающую наибольшие меры предосторожности.

В таблице I.3 приведены предельные уровни для переменного и постоянного тока по отношению к кривой b.

В таблице I.4 приведены предельные уровни для переменного и постоянного тока по отношению к кривой c₁.

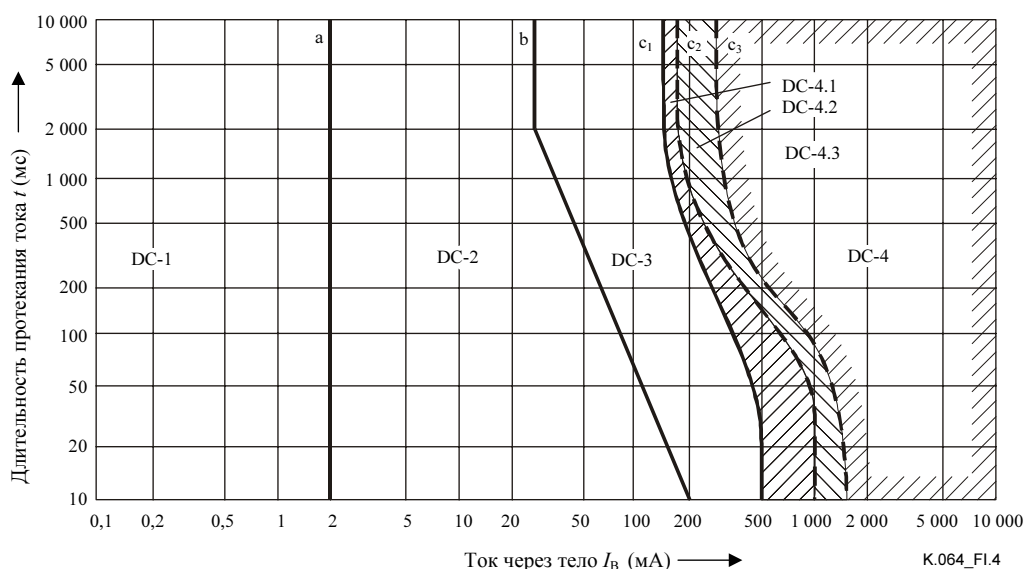


Описание зон

Обозначение зоны	Пределы зоны	Физиологические эффекты
АС-1	До 0,5 мА, линия а	Обычно реакции нет.
АС-2	От 0,5 мА до линии б (примечание)	Обычно вредных физиологических эффектов нет.
АС-3	От линии б до кривой с ₁	Обычно органических нарушений не ожидается. Вероятность судорог, таких как сокращение мускулатуры, и затруднения дыхания при длительности протекания тока свыше 2 с. Обратимые возмущения структуры и проводимости импульсов в сердце, включая фибрилляции предсердий и кратковременные остановки сердца без желудочковой фибрилляции, возрастающие с амплитудой тока и временем.
АС-4	Выше кривой с ₁	В дополнение к эффектам зоны 3 могут иметь место возрастающие с амплитудой тока и временем опасные патоморфологические явления, такие как остановка сердца, остановка дыхания и тяжелые ожоги.
АС-4.1	с ₁ – с ₂	Вероятность фибрилляции желудочков возрастает до примерно 5%.
АС-4.2	с ₂ – с ₃	Вероятность фибрилляции желудочков возрастает до примерно 50%.
АС-4.3	За кривой с ₃	Вероятность фибрилляции желудочков выше 50%.

ПРИМЕЧАНИЕ. – При длительности протекания тока менее 10 мс предел тока через тело человека для линии б остается постоянным по величине 200 мА.

Рисунок I.3/К.64 – Физиологическое воздействие переменного тока на тело человека



Описание зон

Обозначение зоны	Пределы зоны	Физиологические эффекты
DC-1	До 2 мА, линия а	Обычно реакции нет. Слабая покалывающая боль, когда происходит включение или выключение.
DC-2	От 2 мА до линии b (примечание)	Обычно вредных физиологических эффектов нет.
DC-3	От линии b до кривой c ₁	Обычно органических нарушений не ожидается. Могут иметь место возрастающие с амплитудой тока и временем обратимые возмущения структуры и проводимости импульсов в сердце.
DC-4	Выше кривой c ₁	В дополнение к эффектам зоны 3 должны ожидать возрастающие с амплитудой тока и временем опасные патоморфологические явления, как, например, тяжелые ожоги.
DC-4.1	c ₁ – c ₂	Вероятность фибрилляции желудочков возрастает до примерно 5%.
DC-4.2	c ₂ – c ₃	Вероятность фибрилляции желудочков возрастает до примерно 50%.
DC-4.3	За кривой c ₃	Вероятность фибрилляции желудочков выше 50%.

ПРИМЕЧАНИЕ. – При длительности протекания тока менее 10 мс предел тока через тело человека для линии b остается постоянным по величине 200 мА.

Рисунок 1.4/К.64 – Физиологическое воздействие постоянного тока на тело человека

Таблица 1.2/К.64 – Фактор сердечного тока

Путь тока	Фактор сердечного тока <i>F</i>
От левой руки к левой ноге, правой ноге или к обеим ногам	1,0
От обеих рук к обеим ногам	1,0
От левой руки к правой руке	0,4
От правой руки к левой ноге, к правой ноге или к обеим ногам	0,8
От спины к правой руке	0,3
От спины к левой руке	0,7
От грудной клетки к правой руке	1,3
От грудной клетки к левой руке	1,5
От сидалища к левой руке, правой руке или к обеим рукам	0,7

Таблица I.3/К.64 – Предельные уровни для постоянного и переменного тока по отношению к кривой b

Случай	Тип окружающей среды	Путь тока	Состояние обуви	Полное сопротивление контакта с полом, стеной или металлическими частями (Ом)	Процент полного сопротивления тела человека по отношению к пути (k)	Фактор сердечного тока F	Переменный эталонный ток для кривой b (мА)	Предельный переменный ток для кривой b (мА)	Постоянный эталонный ток для кривой b (мА)	Предельный постоянный ток для кривой b (мА)	
1	1	Рука–ноги	Мокрая или влажная	1200	75	1,0	10,00	30,0		30,00	
2		Руки–ноги			50						
3		Рука–нога			100						
4	2	Рука–рука		200	100	0,4	10,0	30,0		75,00	
5		Рука–седалище			50	0,7				14,29	42,86
6		Руки–седалище			25					25,00	75,00
7	3	Рука–рука		0	100	0,4	10,0	30,0		75,00	
8		Рука–седалище			50	0,7				14,29	42,86
9		Руки–седалище			25						

Таблица I.4/К64 – Предельные уровни для переменного и постоянного тока по отношению к кривой c₁

Случай	Тип окружающей среды	Путь тока	Состояние обуви	Полное сопротивление контакта с полом, стеной или металлическими частями (Ом)	Процент полного сопротивления тела человека по отношению к пути (k)	Фактор сердечного тока F	Переменный эталонный ток для кривой c ₁ (мА)	Предельный переменный ток для кривой c ₁ [мА]	Постоянный эталонный ток для кривой c ₁ (мА)	Предельный постоянный ток для кривой c ₁ (мА)	
1	1	Рука–ноги	Мокрая или влажная	1200	75	1,0	40,00	150,0		150,00	
2		Руки–ноги			50						
3		Рука–нога			100						
4	2	Рука–рука		200	100	0,4	40,0	150,0		375,00	
5		Рука–седалище			50	0,7				57,14	214,29
6		Руки–седалище			25						
7	3	Рука–рука		0	100	0,4	40,0	150,0		375,00	
8		Рука–седалище			50	0,7				57,14	214,29
9		Руки–седалище			25						

1.4 Расчет пределов напряжения

Пределы напряжений, которые следует рассчитать по отношению к установленным случаям, соответствуют величинам, генерирующим полное сопротивление тела на рисунке I.1, когда ток, текущий по контактному пути, меньше пределов, показанных в таблицах I.3 и I.4.

Такие расчеты суммированы в таблице I.5, где показан диапазон величин напряжений для определения напряжения, соответствующего предельному уровню тока относительно кривых b и c_1 .

Поэтому можно сделать следующие выводы:

- При условиях окружающей среды типа 1 нет критических случаев для напряжения переменного тока, поскольку нет величин менее 65 В переменного тока; что касается напряжения постоянного тока, наиболее критическим случаем является второй, поскольку он представляет наименьший диапазон величин напряжений по отношению к другим, имеющим меньше 140 В постоянного тока.
- При условиях окружающей среды типа 2 и 3 наиболее критическими являются шестой и девятый случаи, относящиеся к напряжениям переменного и постоянного тока, поскольку они представляют наименьший диапазон величин напряжений по сравнению с другими случаями, имеющими менее 65 В переменного тока и 140 В постоянного тока, соответственно.

Путем математического анализа величин, указанных в таблице I.5, можно связать предельные величины тока с относительным напряжением и определить следующие критические величины:

- Окружающая среда типа 1 (случай 2): 105 В постоянного тока
- Окружающая среда типа 2 и 3 (случаи 6 и 9): 90 В постоянного тока, 60 В переменного тока.

Таблица I.5/К.64 – Пределы соответствующих напряжений для кривых b и c₁

Контактное напряжение (вольт)				25	50	75	100	125	150	175	200	Предел переменного тока для кривой b (мА)	Диапазон напряжений, соответствующих пределу переменного тока (В)	Предел постоянного тока для кривой b (мА)	Диапазон напряжений, соответствующих пределу постоянного тока (В)	Предел переменного тока для кривой c ₁ (мА)	Диапазон напряжений, соответствующих пределу переменного тока (В)	Предел постоянного тока для кривой c ₁ (мА)	Диапазон напряжений, соответствующих пределу постоянного тока (В)																								
Полное сопротивление тела человека по отношению к поверхности контакта и контактному напряжению (ом)				32000	19000	12500	7800	5000	3800	2900	2200																																
Случай	Тип окружающей среды	Состояние обуви	Путь тока																																								
1	1	Мокрая или влажная	Рука-ноги	k	75								10	75-100	30	100-125	40	125-150	150-175	150	> 200																						
				Z _b	24000	14250	9375	5850	3750	2850	2175	1650																															
				Z _c	1200																																						
				Z	25200	15450	10575	7050	4950	4050	3375	2850																															
I			0,99	3,24	7,09	14,18	25,25	37,04	51,85	70,18																																	
2			1	Мокрая или влажная	Руки-ноги	k	50															75-100	75	30	100-125	40	125-150	150	> 200														
						Z _b	16000	9500	6250	3900	2500	1900																		1450	1100												
						Z _c	1200																																				
						Z	17200	10700	7450	5100	3700	3100																		2650	2300												
I					1,45	4,67	10,07	19,61	33,78	48,39	66,04	86,96																															
3					1	Мокрая или влажная	Рука-нога	k	100																					75-100	75	30	100-125	40	125-150	150	> 200						
								Z _b	32000	19000	12500	7800																										5000	3800	2900	2200		
	Z _c	1200																																									
	Z	33200						20200	13700	9000	6200	5000	4100	3400																													
I	0,75	2,48					5,47	11,11	20,16	30,00	42,68	58,82																															
4	2						Рука-рука	k	100								14,29	75-100	42,86	100-125	57,14																	125-150	150	214,29	> 200		
								Z _b	32000	19000	12500	7800	5000	3800	2900	2200																											
			Z _c	200																																							
			Z	32200				19200	12700	8000	5200	4000	3100	2400																													
I			0,78	2,60			5,91	12,50	24,04	37,50	56,45	83,33																															
5			2				Рука-седалище	k	50													14,29	75-100	42,86	100-125	57,14	125-150	150	214,29													> 200	
								Z _b	16000	9500	6250	3900	2500	1900	1450	1100																											
					Z _c	200																																					
					Z	16200		9700	6450	4100	2700	2100	1650	1300																													
I					1,54	5,15	11,63	24,39	46,30	71,43	106,06	153,85																															
6					2		Руки-седалище	k	25																					14,29	50-75	42,86	75-100	57,14	100-125	150	214,29						175-200
								Z _b	8000	4750	3125	1950	1250	950	725	550																											
	Z _c	200																																									
	Z	8200						4950	3325	2150	1450	1150	925	750																													
I	3,05	10,10					22,56	46,51	86,21	130,43	189,19	266,67																															

Таблица I.5/К.64 – Пределы соответствующих напряжений для кривых b и c₁

Контактное напряжение (вольт)				25	50	75	100	125	150	175	200	Предел переменного тока для кривой b (мА)	Диапазон напряжений, соответствующих пределу переменного тока (В)	Предел постоянного тока для кривой b (мА)	Диапазон напряжений, соответствующих пределу постоянного тока (В)	Предел переменного тока для кривой c ₁ (мА)	Диапазон напряжений, соответствующих пределу переменного тока (В)	Предел постоянного тока для кривой c ₁ (мА)	Диапазон напряжений, соответствующих пределу постоянного тока (В)						
Полное сопротивление тела человека по отношению к поверхности контакта и контактному напряжению (ом)				32000	19000	12500	7800	5000	3800	2900	2200														
Случай	Тип окружающей среды	Состояние обуви	Путь тока																						
7	3		Рука-рука	k	100								25	125	75	175-200	100	> 200	375	> 200					
				Z _b	32000	19000	12500	7800	5000	3800	2900	2200													
				Z _c	0																				
				Z	32000	19000	12500	7800	5000	3800	2900	2200													
I			0,78	2,63	6,00	12,82	25,00	39,47	60,34	90,91															
8			3		Рука-седалище	k	50								14,29	75-100	42,86	100-125	57,14	125-150	214,29	> 200			
						Z _b	16000	9500	6250	3900	2500	1900	1450	1100											
						Z _c	0																		
						Z	16000	9500	6250	3900	2500	1900	1450	1100											
I					1,56	5,26	12,00	25,64	50,00	78,95	120,69	181,82													
9					3		Руки-седалище	k	25								14,29	50-75	42,86	75-100	57,14	100-125	214,29	150-175	
								Z _b	8000	4750	3125	1950	1250	950		725									550
	Z _c	0																							
	Z	8000	4750	3125				1950	1250	950	725	550													
I	3,13	10,53	24,00	51,28			100,00	157,89	241,38	363,64															

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия В	Средства выражения: определения, символы, классификация
Серия С	Общая статистика электросвязи
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	TMN и техническое обслуживание сетей: международные системы передачи, телефонные, телеграфные, факсимильные и арендованные каналы
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных и взаимосвязь открытых систем
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты межсетевого протокола (IP) и сети следующих поколений
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи