Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра автоматизированных систем управления (АСУ)

Отчёт по лабораторной работе №3  
«Определение электрического сопротивления тела человека»  
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»

Выполнили студенты гр. 430-1

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Колпакова К.И.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Швоева Д.С.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Лузинсан А.А.

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 г.

Проверил ассистент каф. РЭТЭМ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Нуриев Д.К.

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 г.

Томск 2022

Оглавление

[Введение 3](#__RefHeading___Toc310_2691480195)

[1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 4](#__RefHeading___Toc312_2691480195)

[1.1 Действие электрического тока на организм человека 4](#__RefHeading___Toc314_2691480195)

[1.2 Факторы, влияющие на исход поражения человека током 6](#__RefHeading___Toc316_2691480195)

[1.3 Первая помощь при поражении электрическим током 9](#__RefHeading___Toc316_26914801951)

[2 ХОД РАБОТЫ 12](#__RefHeading___Toc312_26914801951)

[2.1 Порядок проведения лабораторной работы 12](#__RefHeading___Toc316_269148019511111)

[2.2 Электрическое сопротивление тела человека 13](#__RefHeading___Toc1131_3191357202)

[2.3 Индивидуальные показатели пороговых значений 14](#__RefHeading___Toc1133_3191357202)

[Заключение 16](#__RefHeading___Toc324_2691480195)

# Введение

**Цель работы**: определение зависимостей, характеризующих электрическое сопротивление тела человека.

**Оборудование:**устройство для исследования сопротивления тела человека (тип ГалСен-341, предельные параметры: 0,7 В ~; 0,03 А).

**План работы:**

* изучение теоретической части;
* выполнение экспериментальной части;
* оформление полученных результатов.

# ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Действие электрического тока на организм человека

Действие электрического тока на организм человека носит своеобразный и разносторонний характер. Можно выделить четыре основных вида действия электрического тока на организм человека: термическое, электролитическое, биологическое и механическое.

**Термическое действие** электрического тока проявляется в ожогах участков тела, в нагреве кровеносных сосудов, внутренних органов, что вызывает в них серьёзные функциональные расстройства.

**Электролитическое действие** электрического тока заключается в разложении на компоненты крови, лимфы и других биологических жидкостей, что нарушает их физико-химический состав и нормальное функционирование.

**Биологическое действие** электрического тока проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, что сопровождается судорожными сокращениями мышц, нарушением и даже прекращением деятельности жизненно важных систем и органов человека.

**Механическое действие** электрического тока может выражаться в виде разрывов, расслоений и других подобных повреждений тканей организма (мышечных тканей, внутренних органов, кровеносных сосудов, нервных путей и т. п.).

Перечисленные действия электрического тока могут привести к возникновению электротравм. Все электротравмы можно условно разделить на **местные электротравмы**, когда возникает местное повреждение организма, и **общие электротравмы**, когда поражается весь организм из-за нарушения нормального функционирования жизненно важных органов и систем. Оба вида травм часто сопутствуют друг другу.

**Местные электротравмы** — это ярко выраженные нарушения целостности тканей организма. Обычно это поражение кожи, реже — других мягких тканей, а также связок и костей. К характерным местным травмам относятся: электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, электроофтальмия и механические электротравмы.

**Электрические ожоги** делятся на токовые (контактные), возникающие при прохождении тока непосредственно через тело человека, и дуговые, обусловленные тепловым воздействием на тело электрической дуги.

**Электрические знаки** представляют собой чётко очерченные пятна серого или бледно-жёлтого цвета на поверхности кожи.

**Металлизация кожи** — это проникновение в верхние слои кожи паров и мельчайших частиц расплавленного металла при возникновении электрической дуги.

**Электроофтальмия** — это воспаление наружных оболочек глаз под действием мощного потока ультрафиолетовых лучей, которые энергично поглощаются клетками организма и вызывают в них химические изменения.

**Механические электротравмы** возникают в результате резких судорожных сокращений мышц непосредственно под действием протекающего по ним электрического тока. В результате могут произойти разрывы кожи, кровеносных сосудов и нервной ткани, а также вывихи суставов и переломы костей.

**Электрические удары** (общие электротравмы) возникают в случаях, когда электрическим током поражается организм человека в целом. Они сопровождаются судорожными сокращениями мышц и функциональными расстройствами в организме, проявляющимися сразу после воздействия тока или через несколько часов, дней или даже месяцев.

В зависимости от тяжести поражения электрические удары условно делятся на **четыре степени**:

* 1-я степень характеризуется судорожными сокращениями мышц без потери сознания;
* 2-я степень характеризуется судорожными сокращениями мышц с потерей сознания;
* 3-я степень характеризуется нарушением работы сердца или органов дыхания;
* 4-я степень характеризуется отсутствием дыхания и кровообращения (состояние клинической смерти).

Причинами смерти от электрического тока могут быть прекращение работы сердца, прекращение дыхания или электрический шок.

Прекращение работы сердца возможно как в результате прямого воздействия тока на мышцу сердца, так и рефлекторно, т. е. через центральную нервную систему. В обоих случаях возможна остановка сердца или его фибрилляция.

Прекращение дыхания вызывается прямым или рефлекторным действием тока на мышцы грудной клетки.

**Электрический шок** — своеобразная реакция организма в ответ на чрезмерное раздражение током, сопровождающаяся глубокими расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ. Шоковое состояние может продолжаться от нескольких минут до суток. После этого может наступить или выздоровление, как результат своевременного активного лечебного вмешательства, или гибель в результате полного угасания жизненно важных функций.

## Факторы, влияющие на исход поражения человека током

Характер и тяжесть поражения электрическим током зависят от ряда факторов, таких как величина и длительность протекания тока через тело человека, путь тока в теле человека, род и частота действующего тока, индивидуальные свойства человека и параметры окружающей среды.

Электрическое сопротивление тела человека и приложенное к нему напряжение влияют на исход поражения, но лишь постольку, поскольку они определяют значение тока, проходящего через тело человека, поэтому их можно считать косвенными факторами.

Величина тока, протекающего через тело человека, является основным фактором, влияющим на исход поражения.

**Реакции организма** при протекании тока частотой **50 Гц** по пути «рука-рука» или «рука-ноги» следующие:

* при токах *до 0,6 мА* ощущения не наблюдаются;
* при токах, превышающих в среднем *1 мА* и называемых ощутимыми токами, появляются ощущения слабого зуда и лёгкого пощипывания;
* при токах в *несколько мА* происходят судорожные сокращения мышц и болезненные ощущения, которые с ростом тока усиливаются и распространяются на всё большие участки тела;
* при токах *более 10 мА* (в среднем 15 мА), называемых неотпускающими, возникает едва переносимая боль, а судороги мышц руки становятся непреодолимыми, и человек не в состоянии разжать руку, в которой зажата токоведущая часть;
* токи *25-50 мА* приводят к параличу рук и сильному затруднению дыхания из-за судорожных сокращений мышц грудной клетки, кроме того, резко повышается кровяное давление из-за сужения кровеносных сосудов, ухудшается работа сердца;
* при токах *более 50 мА* наблюдается паралич дыхания;
* в диапазоне токов *от 50 мА до 5 А* при времени воздействия 1-3 с происходит фибрилляция сердца;
* токи *в 5 А и более* вызывают немедленную остановку сердца, минуя состояние фибрилляции, однако после отключения тока дыхание, как правило, самостоятельно не восстанавливается — требуется искусственное дыхание.

Для оценки опасности поражения током принято использовать пороговые токи: ощутимый, неотпускающий и фибрилляционный. Пороговыми токами называют наименьшие значения соответствующих токов.

**Пороговый ощутимый ток** составляет в среднем 1 мА при f = 50 Гц и 6 мА при постоянном токе.

**Пороговый неотпускающий ток** составляет 10 мА при f = 50 Гц и 50 мА при постоянном токе. В последнем случае едва переносимая боль возникает в момент отрыва рук от электродов.

**Пороговый фибрилляционный ток** составляет примерно 100 мА при f = 50 Гц и 300 мА при постоянном токе. Верхний предел фибрилляционного тока составляет 5 А.

**Путь тока** в теле человека оказывает существенное влияние на исход поражения. Наиболее тяжёлые электротравмы возникают в случаях, когда на пути тока оказываются жизненно важные органы (мозг, сердце, лёгкие) или уязвимые зоны, особо чувствительные к электрическому току. Наиболее уязвимые зоны расположены на внешней стороне кисти рук, на руках выше кисти, спине, шее, висках, плечах, передней части ног.

Род и частота тока также в значительной степени определяют исход поражения. Наиболее опасными являются переменные токи с частотами в диапазоне 20-100 Гц. При частотах меньше 20 Гц или больше 100 Гц опасность поражения током снижается. Но при более высоких напряжениях (от 500 В) постоянный ток становится опаснее переменного из-за более тяжёлых форм ожогов.

**Напряжением прикосновения** называется напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов , протекающего через тело человека по пути «рука-рука» или «рука-ноги» при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, согласно ГОСТ 12.1.038-82 (приведены в таблице 1.1).

Таблица 1.1 — Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Род и частота тока | , В | , мА | Время действия |
| Переменный, 50 Гц | 2 | 0,3 | Не более 10 минут в сутки |
| Переменный, 400 Гц | 3 | 0,4 |
| Постоянный | 8 | 1,0 |
| Примечание — Напряжение прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 25 °C) и влажности (относительная влажность более 75%), должны быть уменьшены в 3 раза. | | | |

Установлено, что физически здоровые и крепкие люди легче переносят электрические удары, чем больные и слабые. Повышенной восприимчивостью к току обладают лица, страдающие рядом заболеваний, в первую очередь болезнями кожи, сердечно-сосудистой системы, органов внутренней секреции, лёгких, нервными болезнями. Отягощают электротравму алкогольные опьянения и болезненные состояния, приводящие к истощению нервной системы.

## Первая помощь при поражении электрическим током

В первую очередь необходимо как можно быстрее освободить пострадавшего от действия электрического тока, т. е. отключить источник электричества с помощью ближайшего штепсельного разъёма или выключателя (рубильника).

В случае отдалённости выключателя от места происшествия можно перерезать провода или перерубить их (каждый провод в отдельности) топором или другим режущим инструментом с сухой рукояткой из изолирующего материала.

При невозможности быстрого разрыва цепи необходимо оттянуть пострадавшего от провода или же отбросить сухой палкой оборвавшийся конец провода от пострадавшего.

Оттягивать пострадавшего от провода следует за концы его одежды, к открытым частям тела прикасаться нельзя. При освобождении пострадавшего от тока рекомендуется действовать одной рукой.

Если человек попал под действие напряжения выше 1000 В такие меры предосторожности недостаточны. Необходимо обратиться к специалистам, которые могут отключить напряжение.

Меры первой помощи зависят от **состояния пострадавшего** после освобождения от тока.

Для определения этого состояния необходимо:

- немедленно уложить пострадавшего на спину;

- расстегнуть стесняющую дыхание одежду;

- проверить по подъёму грудной клетки, дышит ли он;

- проверить наличие пульса (на лучевой артерии у запястья или на сонной артерии на шее);

- проверить состояние зрачка (узкий или широкий), широкий неподвижный зрачок указывает на отсутствие кровообращения мозга.

Определение состояния пострадавшего должно быть проведено быстро, в течение 15-20 секунд.

1. Если пострадавший в сознании, но до этого был в обмороке или продолжительное время находился под электрическим шоком, то ему необходимо обеспечить полный покой до прибытия врача и дальнейшее наблюдение в течение 2-3 часов.

2. В случае невозможности быстро вызвать врача необходимо срочно доставить пострадавшего в лечебное учреждение.

3. При тяжёлом состоянии или отсутствии сознания нужно вызвать скору помощь на место происшествия.

4. Ни в коем случае нельзя позволять пострадавшему двигаться: отсутствие тяжёлых симптомов после поражения не исключает возможности последующего ухудшения его состояния.

5. При отсутствии сознания, но сохранившемся дыхании, пострадавшего надо удобно уложить, создать приток свежего воздуха, давать нюхать нашатырный спирт, обрызгивать водой, растирать и согревать тело. Если пострадавший плохо дышит, очень редко, поверхностно или, наоборот, судорожно, как умирающий, надо делать искусственное дыхание.

6. При отсутствии признаков жизни (дыхания, сердцебиения, пульса) нельзя считать пострадавшего мёртвым. Смерть в первые минуты после поражения — кажущаяся и обратима при оказании помощи. Поражённому угрожает наступление необратимой смерти в том случае, если ему немедленно не будет оказана помощь в виде искусственного дыхания с одновременным массажем сердца. Это мероприятие необходимо проводить непрерывно на месте происшествия до прибытия врача.

7. Переносить пострадавшего следует только в тех случаях, когда опасность продолжает угрожать пострадавшему или оказывающему помощь.

# ХОД РАБОТЫ

## Порядок проведения лабораторной работы

1. Подключить с помощью сетевого шнура устройство для исследования сопротивления тела человека (код 341) к трёхпроводной электрической сети 220В и включить на его лицевой панели выключатель «СЕТЬ».
2. Оперируя кнопками на поле «ГЕНЕРАТОР СИНУСОИДАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ» по индикатору выставить желаемое напряжение и его частоту , например, 6,0 В и 15 кГц.
3. Приложить ладони рук порознь к двум электродам с площадью контактной поверхности мм2. С верхнего индикатора зафиксировать величину тока , протекающего через тело человека.
4. Приложить ладони рук порознь к двум электродам с площадью контактной поверхности мм2. С верхнего индикатора зафиксировать величину тока , протекающего через тело человека.
5. Провести не менее трёх измерений тока, протекающего через тело человека, при различных вариациях сочетания значений напряжения и его частоты для каждого члена группы.
6. Рассчитать электрическое сопротивление тела человека в обоих случаях и сделать вывод о влиянии на него площади контактной поверхности.
7. Варьируя частоту напряжения генератора снять зависимость от неё тока, протекающего через тело человека, .
8. По завершении эксперимента отключить питание устройства для исследования сопротивления тела человека (код 341).
9. По полученному значению сопротивления тела для каждого члена группы рассчитываются следующие индивидуальные показатели:
   * + - Напряжение для постоянного и переменного (f = 50 Гц) тока, при которых через тело будет протекать пороговый неотпускающий ток;
       - Напряжение для постоянного и переменного (f = 50 Гц) тока, при которых через тело будет протекать пороговый фибрилляционный ток.

## Электрическое сопротивление тела человека

Нашей командной группой было проведено исследование, согласно которому для каждого члена группы была зафиксирована величина протекающего через тело тока при постоянном напряжении, равном 7 В, но при разной частоте. Важно отметить, что эксперимент выполнялся с электродами, имеющими разные площади контактной поверхности (1250 мм2 и 2500 мм2). Результаты представлены в таблице 2.1.

Также было высчитано сопротивление (по формуле, указанной в пункте 2.1 данного отчёта) тела для каждого зафиксированного значения силы тока.

Таблица 2.1 — Результаты измерений

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Площадь контактной поверхности, мм2 | Частота, Гц | Напряжение, В | Подопытный | Сила тока, мА | Сопротивле­ние, кОм |
| 1250 | 40 | 7 | Ксения | 0,08 | 88 |
| Дарья | 0,12 | 58 |
| Анастасия | 0,21 | 33 |
| 400 | Ксения | 0,52 | 13 |
| Дарья | 0,84 | 8 |
| Анастасия | 0,99 | 7 |
| 4000 | Ксения | 3,72 | 2 |
| Дарья | 4,55 | 1,5 |
| Анастасия | 4,55 | 1,5 |
| 2500 | 40 | 7 | Ксения | 0,11 | 64 |
| Дарья | 0,29 | 24 |
| Анастасия | 0,52 | 13 |
| 400 | Ксения | 0,92 | 8 |
| Дарья | 1,5 | 5 |
| Анастасия | 1,53 | 6 |
| 4000 | Ксения | 4,55 | 1,5 |
| Дарья | 4,55 | 1,5 |
| Анастасия | 4,55 | 1,5 |

Согласно данным расчётам, можно заключить, что сопротивление тела человека растёт при уменьшении площади контактной поверхности (в нашем случае при уменьшении площади в 2 раза мы наблюдаем увеличение сопротивления примерно в 2 раза). Помимо этого, мы наблюдаем, что при увеличении частоты, увеличивается сила тока, протекающая через тело человека, напряжение при этом мы не меняем.

## Индивидуальные показатели пороговых значений

Мы определили напряжения, при которых через тело человека будут протекать неотпускающий и фибрилляционный ток в случае постоянного и переменного тока. В таблице 2.2 зафиксированы результаты эксперимента. Пороговые значения фиксировались для каждого члена группы при постоянной частоте напряжения генератора (f = 50 Гц).

Важно отметить, что все полученные значения в ходе проведения данной лабораторной работы делались в упрощённом виде и, скорее всего, не соответствуют действительным данным.

Таблица 2.2 — Результаты расчётов и измерений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Подопытный | Сопротивление, кОм | Вид напряжения, тока | Пороговое значение напряжения, кВ |
| Ксения | 223,3 | Неотпускающее, постоянный ток | 11,165 |
| Неотпускающее, переменный ток | 2,233 |
| Фибрилляционное, постоянный ток | 66,99 |
| Фибрилляционное, переменный ток | 22,33 |
| Дарья | 50 | Неотпускающее, постоянный ток | 2,5 |
| Неотпускающее, переменный ток | 0,5 |
| Фибрилляционное, постоянный ток | 15 |
| Фибрилляционное, переменный ток | 5 |
| Анастасия | 36,8 | Неотпускающее, постоянный ток | 1,84 |
| Неотпускающее, переменный ток | 0,368 |
| Фибрилляционное, постоянный ток | 11,04 |
| Фибрилляционное, переменный ток | 3,68 |

# Заключение

В ходе выполнения данной лабораторной работы мы изучили предоставленные теоретические материалы и провели небольшое исследование по определению электрического сопротивления тела человека.

Нами были произведены вычисления сопротивления тела человека при разной частоте напряжения генератора. Мы установили зависимость сопротивления тела человека от площади контактной поверхности.

Также мы вычислили индивидуальные показатели пороговых значений напряжения, при которых через тело человека будут протекать неотпускающий и фибрилляционный ток в случае постоянного и переменного тока.