Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

Факультет систем управления (ФСУ)

Кафедра автоматизированных систем управления (АСУ)

«Определение электрического сопротивления тела человека»

Отчет по лабораторной работе №X

по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»

Выполнили студенты гр. 431-X

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г.

Руководитель:

канд. биол. наук, доцент кафедры РЭТЭМ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Сошникова Т.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г.

Томск 2023

**Оглавление**

[**Введение** 3](#_Toc151211234)

[**1** **Теоретическая часть** 4](#_Toc151211235)

[**1.1** **Действие электрического тока на организм человека** 4](#_Toc151211236)

[**1.2** **Факторы, влияющие на исход поражения человека током** 6](#_Toc151211237)

[**1.3** **Первая помощь при поражении электрическим током** 10](#_Toc151211238)

[**2** **Экспериментальная часть** 12](#_Toc151211239)

[**2.1** **Указания по технике безопасности** 12](#_Toc151211240)

[**2.2** **Методика выполнения работы и обработки результатов** 13](#_Toc151211241)

[**2.3** **Ход работы** 14](#_Toc151211242)

[**Заключение** 19](#_Toc151211243)

**Введение**

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

**Оборудование:**устройство для исследования сопротивления тела человека.

**План работы:**

* изучение теоретической части;
* ответы на контрольные вопросы;
* выполнение экспериментальной части;
* оформление полученных результатов;
* защита отчёта преподавателю.

**1 Теоретическая часть**

**1.1 Действие электрического тока на организм человека**

Электрические установки, с которыми приходится иметь дело всем работающим на производстве, представляют для человека большую потенциальную опасность, которая усугубляется тем, что органы чувств человека не могут на расстоянии обнаружить наличие электрического напряжения на оборудовании.

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 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 (так называемые электрические удары), 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 электротравмам 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 четко 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 даже 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 и 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 (фибрилляция – это беспорядочное сокращение волокон сердечной мышцы, при котором сердце не в состоянии выполнять функции кровяного насоса).

*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.

**1.2 Факторы, влияющие на исход поражения человека током**

Характер и тяжесть поражения электрическим током зависит 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 также 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 наблюдаются.

При токах, превышающих в среднем 1мА и называемых ощутимыми токами, появляются ощущения слабого зуда и легкого пощипывания. При токах в несколько мА происходят судорожные сокращения мышц и болезненные ощущения, которые с ростом тока усиливаются и распространяются на все большие участки тела. При токах более 10 мА (в среднем 15 мА), называемых неотпускающими, возникает едва переносимая боль, а судороги мышц 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, и требуется оказывать помощь пострадавшему в виде искусственного дыхания. 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 случая 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.

Продолжительность воздействия тока оказывает существенное влияние на исход поражения человека электрическим током. Чем дольше действие тока, тем больше вероятность тяжелого или даже смертельного исхода поражения.

Объясняется это тем, что с увеличением времени воздействия тока на живые ткани повышается его значение за счёт уменьшения сопротивления тела человека и, как следствие, накапливаются последствия воздействия тока на организм.

Путь тока в теле человека оказывает существенное влияние на исход поражения. Наиболее тяжелые электротравмы возникают в случаях, когда на пути тока оказываются жизненно важные органы (мозг, сердце, легкие) или уязвимые зоны, особо чувствительные к электрическому току. Наиболее опасными путями протекания тока через тело человека являются: «голова-руки», «голова-ноги», «рука-рука», «рука-ноги». Наиболее уязвимые зоны расположены на внешней стороне кисти рук, на руках выше кисти, спине, шее, висках, плечах, передней части ног. Образование электрической цепи через уязвимые места при неблагоприятном стечении обстоятельств может привести к тяжелым исходам поражения при токах даже в несколько миллиампер.

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.

Индивидуальные свойства человека также влияют на исход поражения электрическим током. Сам ток, согласно закону Ома, определяется сопротивлением тела человека и приложенным к нему напряжением, т.е. напряжением прикосновения.

Напряжением прикосновения называется напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения U­ПД и токов IПД, протекающих 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 UПД и токов IПД

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Род и частота тока | UПД, В | IПД, 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 – напряжения прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 25 °С) 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 электрическому 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.

Условия внешней среды в некоторых случаях увеличивают опасность поражения током. Повышенные влажность и температура, пониженное атмосферное давление, уменьшенное содержание кислорода и увеличенное содержание углекислого и др. газов повышают чувствительность организма к воздействию электрического тока.

**1.3 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.

Необходимо помнить, что пострадавший сам является проводником электрического тока. Поэтому, при освобождении пострадавшего от тока, оказывающему помощь необходимо принять меры предосторожности, чтобы самому не оказаться под напряжением: надеть галоши, резиновые перчатки или обернуть свои руки сухой тканью, подложить себе под ноги изолирующий предмет – сухую доску, резиновый коврик или, в крайнем случае, свернутую сухую одежду.

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 он находится на стремянке, подставке или каком-либо ином приспособлении, надо принять меры, чтобы предотвратить ушибы или переломы при падении.

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 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 того 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 врача (Скорую 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.

**2 Экспериментальная часть**

**2.1 Указания по технике безопасности**

1. Перед началом работы с приборами и стендами обязательно ознакомление с инструкцией по эксплуатации;
2. Запрещается работать с неисправными приборами, макетами и проводниками;
3. Запрещается оставлять без надзора включенный стенд. Измерение проводить только в присутствии преподавателя;
4. В процессе измерения не следует прикасаться к соединительным проводам, клеммам и элементам, находящимся под напряжением 220 В, для исключения протекания тока через тело человека, работающего с прибором;
5. По окончании работы приборы и источники питания установок необходимо выключить, рабочее место привести в порядок.

**2.2 Методика выполнения работы и обработки результатов**

Подключите с помощью сетевого шнура устройство для исследования сопротивления тела человека (код 341) к трехпроводной электрической сети 220 В и включите на его лицевой панели выключатель «СЕТЬ».

Оперируя кнопками на поле «ГЕНЕРАТОР СИНУСОИДАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ» по индикатору выставьте желаемое напряжение *U* и его частоту *F*, например, 6,0 В и 15 кГц.

Приложите ладони рук порознь к двум электродам с площадью контактной поверхности *S*=1250 мм2. С верхнего индикатора зафиксируйте величину тока *I*Н, протекающего через тело человека.

Приложите ладони рук порознь к двум электродам с площадью контактной поверхности *S*=2500 мм2. С верхнего индикатора зафиксируйте величину тока *I*Н, протекающего через тело человека.

Проведите не менее трех измерений тока, протекающего через тело человека при различных вариациях сочетания значений напряжения *U* и его частоты *F* для каждого члена группы.

Рассчитайте электрическое сопротивление тела человека *R*Н = *U/I*Н в обоих случаях и сделайте вывод о влиянии на него площади контактной поверхности.

Варьируя частоту напряжения генератора снимите зависимость от неё тока (не менее пяти измерений), протекающего через тело человека, *I*Н*(f).*

Рассчитайте зависимость электрического сопротивления тела человека *R*Н*(f) = U/I*Н*(f).*

По завершении эксперимента отключите питание устройства для исследования сопротивления тела человека (код 341).

По полученному значению сопротивления для каждого члена группы рассчитываются следующие индивидуальные показатели:

Напряжения для постоянного и переменного тока, при которых через тело будет протекать пороговый неотпускающий ток;

Напряжения для постоянного и переменного тока, при которых через тело будет протекать пороговый фибрилляционный ток.

Подготовить отчёт о проделанной работе.

**2.3 Ход работы**

После включения устройства для исследования сопротивления тела человека, мы выставили по индикатору напряжение U = 6,0 В и частоту F = 15 кГц. Затем каждый участник приложил руки к двум электродам – сначала с площадью контактной поверхности *S*=1250 мм2, а затем к электродам с площадью контактной поверхности *S*=2500 мм2. В каждом случае мы провели замеры силы тока *I*Н, и повторили вышеописанные действия для каждого участника команды.

Затем мы дважды повторили те же действия, но уже с другими значениями напряжения и частоты, проведя соответственные замеры силы тока. После проведения замеров мы рассчитали сопротивление тела человека для каждого участника. Результаты измерений и расчёты приведены в таблице 2.1. Для расчёта зависимости электрического сопротивления тела человека от частоты, мы провели пять замеров силы тока, каждый раз меняя частоту напряжения генератора, при сохранении значения напряжения. Соответствующие измерения и расчёты сопротивления в каждом случае приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.1 — Значения сопротивления тела человека для каждого из участников команды

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение напряжения U, В | Значения частоты F | Участник команды | Площадь контактной поверхности S, мм2 | Значения силы тока IН, мА | | | Среднее значение силы тока, мА | Значение сопротивления RН, кОм |
| I замер | II замер | III замер |
| 6,0 | 15 кГц | Александр | 1250 | 5,7 | 6,2 | 6,0 | 5,97 | 1,01 |
| 2500 | 6,5 | 6,6 | 9,3 | 7,47 | 0,80 |
| Андрей | 1250 | 5,9 | 6,1 | 6,3 | 6,10 | 0,98 |
| 2500 | 8,0 | 7,8 | 7,2 | 7,67 | 0,78 |
| Владимир А. | 1250 | 5,9 | 5,4 | 6,0 | 5,77 | 1,04 |
| 2500 | 7,1 | 7,3 | 7,2 | 7,20 | 0,83 |
| Владимир Б. | 1250 | 6,7 | 6,4 | 6,1 | 6,40 | 0,94 |
| 2500 | 6,6 | 7,3 | 7,0 | 6,97 | 0,86 |
| Егор | 1250 | 5,7 | 6,2 | 6,4 | 6,10 | 0,98 |
| 2500 | 7,5 | 7,9 | 7,9 | 7,77 | 0,77 |
| 4,5 | 19,8 кГц | Александр | 1250 | 4,8 | 4,7 | 4,3 | 4,60 | 1,30 |
| 2500 | 5,1 | 5,3 | 5,2 | 5,20 | 1,15 |
| Андрей | 1250 | 5,2 | 5,5 | 5,7 | 5,47 | 1,10 |
| 2500 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 7,00 | 0,86 |
| Владимир А. | 1250 | 5,4 | 4,9 | 5,5 | 5,27 | 1,14 |
| 2500 | 6,4 | 6,6 | 6,5 | 6,50 | 0,92 |
| Владимир Б. | 1250 | 6,1 | 5,8 | 5,5 | 5,80 | 1,03 |
| 2500 | 6,8 | 6,7 | 6,7 | 6,73 | 0,89 |
| Егор | 1250 | 5,5 | 5,3 | 5,3 | 5,37 | 1,12 |
| 2500 | 6,3 | 6,3 | 6,7 | 6,43 | 0,93 |

Окончание таблицы 2.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение напряжения U, В | Значения частоты F | Участник команды | Площадь контактной поверхности S, мм2 | Значения силы тока IН, мА | | | Среднее значение силы тока, мА | Значение сопротивления RН, кОм |
| I замер | II замер | III замер |
| 7,0 | 50 Гц | Александр | 1250 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,09 | 66,67 |
| 2500 | 0,25 | 0,24 | 0,22 | 0,24 | 25,35 |
| Андрей | 1250 | 0,25 | 0,24 | 0,22 | 0,24 | 25,35 |
| 2500 | 0,43 | 0,39 | 0,38 | 0,40 | 15,00 |
| Владимир А. | 1250 | 0,15 | 0,17 | 0,14 | 0,15 | 39,13 |
| 2500 | 0,22 | 0,29 | 0,28 | 0,26 | 22,78 |
| Владимир Б. | 1250 | 0,18 | 0,22 | 0,20 | 0,20 | 30,00 |
| 2500 | 0,33 | 0,35 | 0,33 | 0,34 | 17,82 |
| Егор | 1250 | 0,24 | 0,26 | 0,19 | 0,23 | 26,09 |
| 2500 | 0,35 | 0,32 | 0,28 | 0,32 | 18,95 |

Таблица 2.2 — Установление зависимости сопротивления тела человека от частоты тока

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение напряжения U, В | Площадь контактной поверхности S, мм2 | Участник команды | Значения частоты F | Значения силы тока *I*Н*(f)*, мА | | | Среднее значение силы тока, мА | Значение сопротивления *R*Н*(f)*, кОм |
| I замер | II замер | III замер |
| 7,0 | 2500 | Владимир А. | 4 Гц | 0,19 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 40,38 |
| 1 кГц | 2,02 | 2,04 | 2,03 | 2,03 | 3,45 |
| 2 кГц | 3,30 | 3,20 | 3,30 | 3,27 | 2,14 |
| 20 кГц | 7,70 | 7,60 | 7,70 | 7,67 | 0,91 |
| 200 кГц | 9,60 | 9,40 | 9,50 | 9,50 | 0,74 |

Варьируя значения напряжения тока и его частоты, мы получили различные значения сопротивления тел каждого из участников команды. Как видно по таблице 2.1, диапазон полученных значений сопротивления получился достаточно большой – от 0,77 килоом, при 6 вольтах напряжения и 15 килогерцах частоты, вплоть до 66,67 килоом при 7 вольтах напряжения и 50 герцах частоты. При этом, была установлена зависимость напряжения тела человека от площади контактной поверхности – чем площадь была больше, тем меньше оказывалось значение сопротивления. Например, те же 66,67 килоом превращались в 25,35 при смене площади контактной поверхности с 1250 до 2500 квадратных миллиметров.

Как можно наблюдать из таблицы 2.2, чем больше становилось значение частоты, тем меньше становилось сопротивление тела человека. На максимально возможной частоте, которую могло генерировать устройство – 200 кГц, сила тока составила около 9,5 миллиампер.

Пользуясь полученными значениями сопротивления тела для каждого участника нашей команды, можно рассчитать индивидуальные значения напряжения для постоянного и переменного тока, при которых через тело будет протекать пороговый неотпускающий ток, а также пороговый фибрилляционный ток. Учитывая, что значения сопротивления разнятся при различных значениях площади контактной поверхности и частоты тока, возьмём для расчётов одну частоту – 50 Гц, и одну площадь – 1250 мм2, т.е. будем брать значения сопротивления тела человека исходя из этих данных. Расчёт напряжения осуществляется по формуле . Напомним, что пороговый неотпускающий токсоставляет 10 миллиампер при *f* = 50 герц и 50 миллиампер при постоянном токе, а пороговый фибрилляционный ток– 100 миллиампер при *f* = 50 герц и 300 миллиампер при постоянном токе.

Так как при переводе из килоом в омы требуется умножить значение на тысячу, а при переводе из миллиампер в амперы нужно разделить значение на ту же тысячу, процесс можно сократить, и для расчёта значений напряжения токов необходимо лишь умножить полученные значения сопротивления тел на пороговые значения соответствующих токов. Результаты расчётов представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Расчёт пороговых значений токов для участников команды

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Участник команды | Сопротивление тела | Пороговые значения напряжения | | | |
| Неотпускающий | | Фибриляционный | |
| Переменный, 50 Гц | Постоянный | Переменный, 50 Гц | Постоянный |
| Александр | 66,67 | 666,7 | 3333,5 | 6667 | 20001 |
| Андрей | 25,35 | 253,5 | 1267,5 | 2535 | 7605 |
| Владимир А. | 39,13 | 391,3 | 1956,5 | 3913 | 11739 |
| Владимир Б. | 30 | 300 | 1500 | 3000 | 9000 |
| Егор | 26,09 | 260,9 | 1304,5 | 2609 | 7827 |

**Заключение**

В ходе выполнения лабораторной работы мы определили зависимости, характеризующие электрическое сопротивление тела человека. Мы совершили замеры силы тока, протекающего через тело каждого из участников команды при различных значениях напряжения и частоты тока. В ходе замеров и расчётов сопротивления наших тел, мы заключили, что на сопротивление влияют такие факторы, как: площадь поверхности контакта с телом, частота тока. Также мы провели замеры силы тока при одном значении напряжения, но разных частотах. Нами были установлены следующие зависимости:

* При увеличении площади контакта, сопротивление уменьшается;
* Сопротивление уменьшается при увеличении частоты тока.

После расчётов сопротивления тела для каждого участника команды, мы провели индивидуальные расчёты значений порогового неотпускающего и порогового фибрилляционного токов.