МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра систем сбора и обработки данных

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Устройство для высокоточного измерения сопротивления кожи

Новосибирск, 2015г.

Введение

Тело человека является проводником тока. В отличие от обычных проводников, его электрическая проводимость (и сопротивление) является переменной величиной, имеющей зависимость от множества факторов, таких как состояние кожи, параметры электрической цепи, биохимических и физиологических факторов, воздействия окружающей среды. Электрическое сопротивление тканей человека неоднородно. Самым большим сопротивлением обладает кожа человека, а именно самый тонкий ее слой - эпидермис, сопротивление которого обычно лежит в диапазоне 10кОм-2 МОм на 1см2 кожи. В биологически активных точках (БАТ) сопротивление резко снижается в 100-1000 раз. По величине сопротивления кожи человека можно сказать о его физическом и эмоциональном состоянии, а также реакции организма на различные внешние раздражающие факторы. Электрокожное сопротивление очень чутко реагирует на физические и психологические изменения в организме человека. Любые локальные изменения и процессы в организме человека оказывают влияние на электрокожное сопротивление. Доказано, что в норме электрокожное сопротивление человека в состоянии релаксации растет, а в состоянии активации уменьшается. То есть сопротивление кожи возрастает, когда человек успокаивается и засыпает, и уменьшается при душевном волнении и мобилизации сил. Соответственно, противоположные показатели являются патологией. Таким образом, измерение сопротивления кожи дает возможность быстро и точно определить ряд важных показателей, но при этом измерение должно проводиться с высокой точностью.

Строение и особенности кожи как электропроводящей среды

медицинский ток ткань человек

Тело человека способно проводить токи, при этом разные ткани обладают разной проводимостью, наибольшим сопротивлением обладает кожа. Кожа имеет сложное строение и состоит из наружного слоя (эпидермиса), включающего также 5 слоев и внутреннего слоя (дермы), в котором располагаются кровеносные сосуды. Роговой слой (поверхность эпидермиса, состоящая из отмерших клеток кожи толщиной несколько мкм) лишен кровеносных сосудов и нервных окончаний, поэтому оказывает самое большое электрическое сопротивление. Другие, более глубокие слои кожи, имеют значительно меньшее сопротивление и поэтому сопротивление кожи обычно определяется по величине сопротивления рогового слоя.



Рисунок 1

Сильное влияние на электрокожное сопротивление оказывает состояние кожи. Наибольшим сопротивлением обладает чистая, сухая, неповрежденная кожа (до 2МОм). Любые внешние повреждения, а также загрязнение или увлажнение кожи могут снизить ее сопротивление до значения внутреннего сопротивления дермы, тем самым значительно увеличивая опасность поражения электрическим током. К факторам, влияющим на электрическое сопротивление кожи, относятся:

· Индивидуальные особенности организма, психическое и физическое состояние

· Половой признак и возраст: у женщин кожа сопротивление кожи меньше чем у мужчин, а у детей меньше чем у взрослых (объясняется толщиной и степенью огрубления кожи).

· От факторов внешней среды - влажности, сухости, температуры, атмосферного давления.

· Наличие внешних раздражителей - болевые, звуковые, световые (снижают сопротивление кожи на 20-50%).

· Приложенное к телу напряжение(рис.1).



Рисунок 2

Сегодня известно о существовании рефлекторных механизмах, в виде так называемых кожно-висцеральных (внутрикожных) дуг, связывающих спинной мозг с внутренними органами тела человека.

Первый такой механизм представлен множеством биологически активных точек (БАТ), отражающих физиологическое состояние внутренних органов человека - небольших ограниченных участков кожи и подкожной клетчатки. Электрическое сопротивление в этих точках значительно меньше, чем сопротивление окружающих участков кожи.

Второй рефлекторный механизм - активные кожные зоны Захарьина - Геда, представленные на теле человека достаточно широкими поверхностными участками кожи (10-50 см2), которые реагируют на заболевания внутренних органов изменением болевой или температурной чувствительности.

Такие рефлекторные механизмы при правильной диагностике значительно помогают при выявлении различных патологий и назначении лечения пациентам. Но для их выявления исследования должны проводиться с очень высокой точностью, так как даже небольшие изменения сопротивления кожи могут отражать нарушения в работе внутренних органов, либо центральной нервной системы.

Также по изменениям электрического сопротивления кожи можно идентифицировать состояние сна и бодрствования, состояние эмоционального напряжения или волнения, алкогольного опьянения, определить БАТ.

Воздействие напряжения и электрического тока на человека

Электрический ток и напряжение представляют большую опасность для человека, и при определенной величине могут привести к смерти.

Факторы, влияющие на исход поражения при прохождении тока через тело человека:

. Сила тока. Пороговый ощутимый ток -такое наименьшее значение тока, при пропускании которого через организм, человек ощущает раздражение (небольшое дрожание рук).. Пороговый неотпускающий ток - наименьшее значение тока, при котором человек не в состоянии преодолеть судороги мышц и не может самостоятельно разжать руку, в которой находится проводник 0,6-1,5 мА - переменный ток, 5-7 мА - постоянный ток - неопасный ток;

-15мА -переменный ток, 50-80мА - постоянный ток - этот ток опасен для организма человека.. Пороговый фибрилляционный ток - наименьшая величина электрического тока, при прохождении которого через организм возникает фибрилляция (хаотические и разновременные сокращения мышечных волокон сердца, что приводит к его остановке) 100мА - переменный ток, 300мА - постоянный ток - значения фибриляционного тока. Принято считать, что сила тока более 100мА является смертельной.

. Вид тока - при величине подаваемого напряжения до 300В постоянный ток менее опасен, его предельное допустимое значение в 3-4 раза выше, чем у переменного тока. При более высоком напряжении постоянный ток более опасен.

. Частота переменного электрического тока. Чем выше частота тока, проходящего через человека, тем он менее опасен.

. Продолжительность воздействия тока. При длительном воздействии током сопротивление кожи снижается из-за потовыделения и увлажнения кожи.

. Состояние кожи. Сопротивление внутренних органов не превышает 800 Ом, сопротивление сухой кожи обычно составляет от 10 КОм до 2 МОм, влажной - до 1000 Ом.

Опасные напряжения:

Помещение считается повышенной опасности при относительной влажности помещения 60-70%, наличии в помещениях железобетонных полов, и возможностью одновременного касания пола и корпуса электроприбора.

При относительной влажности 100% такие помещения считаются особо опасными.

В помещениях с повышенной опасностью опасным считается напряжение свыше 42В.

В особо опасных помещениях опасным является напряжение свыше 12В.

Таблица

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Допустимое время действия, сек | длительно | До 30 | 1 | 0,5 | 0,2 | 0,1 |
| Величина тока, мА. | 1 | 6 | 50 | 100 | 250 | 500 |
| Величина напряжения, В. | 6 | 36 | 50 | 100 | 250 | 500 |

Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Значение силы тока, мА | Характер воздействия | Общее название для воздействия тока |
|  | Переменный ток 50 Гц | Постоянный ток |  |
| 0,6-1,6 | Начало ощущения - слабый зуд, пощипывание кожи под электродами | Не ощущается | неощущаемые токи (0,6 - 1,6мА) |
| 2-4 | Ощущение тока распространяется и на запястье руки, слегка сводит руку | Не ощущается | ощущаемые токи (3мА) |
| 5-7 | Болевые ощущения усиливаются во всей кисти руки, сопровождаются судорогами; слабые боли ощущаются во всей руке, вплоть до предплечья. Руки, как правило, можно оторвать от электродов | Начало ощущения. Впечатление нагрева кожи под электродом | отпускающие токи (6мА) |
| 8-10 | Сильные боли и судороги во всей руке, включая предплечье. Руки трудно, но в большинстве случаев еще можно оторвать от электродов | Усиление ощущения нагрева |  |
| 10-15 | Едва переносимые боли во всей руке. Во многих случаях руки невозможно оторвать от электродов. С увеличением продолжительности протекание тока боли усиливаются | Еще большее усиление ощущения нагрева как под электродами, так и в прилегающих областях кожи | неотпускающие токи (10-15мА) |
| 20-25 | Руки парализуются мгновенно, оторваться от электродов невозможно. Сильные боли, дыхание затруднено | Еще большее усиление ощущения нагрева кожи, возникновение ощущения внутреннего нагрева. Незначительные сокращения мышц рук |  |
| 25-50 | Очень сильная боль в руках и груди. Дыхание крайне затруднено. При длительном токе может наступить паралич дыхания или ослабление деятельности сердца с потерей сознания | Ощущение сильного нагрева, боли и судороги в руках. При отрыве рук от электродов возникают едва переносимые боли в результате судорожного сокращения мышц | удушающие токи (25-50мА) |
| 50-80 | Дыхание парализуется через несколько секунд, нарушается работа сердца. При длительном протекании тока может наступить фибрилляция сердца | Ощущение очень сильного поверхностного и внутреннего нагрева, сильные боли во всей руке и в области груди. Затруднение дыхания. Руки невозможно оторвать от электродов из-за сильных болей при нарушении контакта |  |
| 100 | Фибрилляция сердца через 2-3 с; еще через несколько секунд - паралич сердца | Паралич дыхания при длительном протекании тока | фибрилляционные токи (100-200мА) |
| 300 | То же действие за меньшее время | Фибрилляция сердца через 2-3 с; еще через несколько секунд - паралич дыхания |  |
| более 5000 (5А) | Дыхание парализуется немедленно - через доли секунды. Фибрилляция сердца, как правило, не наступает; возможна временная остановка сердца в период протекания тока. При длительном протекании тока (несколько секунд) тяжелые ожоги, разрушения тканей | тепловые воздействия (5А и выше) |

Медицинский метод измерения электрического сопротивления тканей человека

Биологические ткани, в том числе ткани тела человека, способны проводить электрический ток. Основными носителями заряда в них являются ионы. Наибольшей удельной электропроводимостью, то есть наименьшим удельным сопротивлением, обладают ярко выраженные электролиты - спинномозговая жидкость и кровь. Жировая, костная ткани, а также сухая кожа, напротив, имеют очень малую электропроводность.

Реография - неинвазивный метод исследования кровеносной системы для регистрации изменения импеданса живых тканей в процессе сердечной деятельности в момент пропускания через них электрического переменного тока.

В медицине используются электронные реографы - медицинские диагностические устройства для измерения модуля изменения полного электрического сопротивления участков тела человека (в том числе кожи). Реограммой называется кривая, соответствующая зависимости сопротивления живой ткани от времени.

Реографическое обследование совершенно безвредно для человека, так как проходящие через тело человека токи имеют очень малую величину. Поэтому обследование может проводиться длительное время и многократно повторяться. Важную роль в таких обследованиях играет КГР (кожно-гальваническая реакция) - биоэлектрическая активность, фиксируемая на поверхности кожи и выступающая компонентом ориентировочного рефлекса, эмоциональных реакций организма, связанных с работой симпатической нервной системы.

Также существенную роль в получении высококачественных реограмм играет выбор электродов. В настоящее время в клиниках используют электроды из латуни, покрытые серебром, свинцовые или оловянные различных размеров, прямоугольной, круглой формы, в виде лент. Кожу в местах наложения электродов протирают спиртом или эфиром. Для лучшего контакта и уменьшения сопротивления предварительно смазывают кожу электродной пастой или используют прокладки, смоченные физиологическим раствором.

Электроды нaкладывают на проклaдки иeфиксируютaрезиновыми бинтами.

Устройство реографа состоит из таких элементов, как генератор тока высокой частоты, преобразователь «импеданс-напряжение», усилитель, фильтр, калибровочное устройство, дифференцирующая цепочка, регистратор изменения потенциала.

Рассмотрим простейшую схему измерения сопротивления заданного участка тела (рис. 3).



Рис.3 а) - Схема, позволяющая измерять сопротивления участка тела человека с помощью зондирования постоянным током; б) - зондирование переменным током

Если I - сила тока, протекающая через участок тела и измеряемая миллиамперметром mA, U - напряжение между электродами, измеряемое вольтметром V , то сопротивление R должно изменяться в такт с сердечными сокращениями, поскольку во время них происходят изменения кровенаполнения этого участка.

Однако, практически эти изменения сопротивления на заданном участке так малы (десятые доли Ом и меньше), что не могут быть надежно зарегистрированы на фоне большого общего сопротивления участка (обусловленного большим сопротивлением кожи, межтканевых границ раздела, переходным сопротивлением кожа- электрод и др.). Кроме того, истинное сопротивление участка тела на постоянном токе вообще трудно зарегистрировать из-за возникающей поляризации тканей и появления дополнительных зарядов на электродах. По этим причинам в медицинской реографии не используется постоянный ток, а вместо него применяется переменный ток большой частоты (порядка 100 кГц). При подаче на электроды переменного напряжения (рис. 3,б) в цепи исследуемого объекта протекает переменный ток.

В настоящее время реография является популярным методом диагностики различных патологий внутренних органов. Метод достаточно прост и информативен, не занимает много времени, безболезнен и безопасен для пациента. Позволяет получить косвенную информацию о величине пульсового кровенаполнения, относительной скорости кровотока, выявить гепатиты и циррозы печени, сосудистую дистонию, показан пациентам при исследовании последствий черепно-мозговых травм и различных опухолей.

Значительным недостатком метода реографии является влияние помех на результат измерения. Изменения сопротивления измеряемого участка тела во время сердечных пульсаций и соответствующие им напряжения очень малы, поэтому на результаты реограммы могут существенно повлиять посторонние электрические воздействия, для защиты от которых необходимо предусматривать ряд специальных мер.

В основном при измерениях встречаются следующие виды электрических помех:

. Медленныеуколебанияасопротивления, вызванные дыхательными реакциями пациента. Для исключения влияния этих колебаний используются фильтры, пропускающие лишь составляющую напряжения, которая меняется с периодом колебаний 0,5-1,5с, что соответствует периодуасердечныхасокращений. Более медленные колебания сопротивления (и соответственно напряжения) не пропускаются.

. Помехи, вызванные колебаниями переменного тока в сети с частотой 50Гц. Для борьбы с этим видом помех требуется заземление корпуса реографа, регистратора и даже заземление тела диагностируемого пациента.

Обычно полезный сигнал усиливается операционными усилителями реографа, таким образом ослабляя влияние внешних помех.

Запатентованные приборы для измерения КГР в хронологическом порядке

Кожно-гальваническая реакция (КГР) - это биоэлектрическаяаактивность, фиксируемая на поверхности кожи, которая представляется в виде рефлекса, указывающего на эмоциональные реакции организма, связанныеес возбуждением симпатической нервной системы. КГР можно зарегистрировать с любого участка кожи, как правило, для этого используютсяепальцы и кисти рук или ног. КГР дает возможность для анализа психо-физического состояния человека. Различают несколько составляющих КГР, это - относительно длительное состояние фоновой активности, быстрая реакция организма на внешние неожиданные раздражители, и "фазическая" самая быстрая составляющая, при которой реакция происходит за доли секунды. При этом тоническая составляющая соответствует общему эмоциональному состоянию - при расслаблении она растет, при напряжении и волнении снижается. КГР измеряется двумя способами - поаТарханову и поаФере. В первом случае между двумя точками на коже измеряется разность потенциалов,аво втором - сопротивление (Ом). Установлено, что сопротивление кожи колеблется в пределах от 10 КОм до 2 МОм. Сопротивление разных участков кожи также неоднородно: кожи лица и тыла кисти находится в пределах от 10 до 20 Ком, кожа бедра - 2 МОм, ладониаи подошвы - от 200Ком до 2 МОм

Приборы для измерения КГР

Прибор К.Г.Юнга. Впервые метод регистрации неосознаваемых эмоциональных реакций с помощью измерения электрического сопротивления кожи в психотерапию ввел в 1906 г. швейцарский психолог Карл Юнг (ученик З.Фрейда), которому принадлежит сам термин "кожно-гальваническая реакция" (в настоящее время вместо него все шире используется термин "электрическая активность кожи" - ЭАК). Как заявлял К. Юнг, нам не доступно прямое исследование бессознательной области психики, потому что "бессознательное есть бессознательное, и мы, следовательно, не имеем с ним никакой связи". Также К.Г. Юнг проводил своим пациентам оценку их бессознательной области психики при помощи специально разработанных оценочных списков, позволяющим найти в бессознательной области понятия и символы, вызывающие заболевания или неадекватные реакции пациента. В своей книге "Изучения и анализ слов" (1906 г.), К.Г. Юнг описывает методику подсоединения человека, держащего в руках электроды, к прибору, измеряющему изменения в сопротивлении кожи, в то время как ему читаются слова из подготовленного заранее списка. Если слово в этом списке было эмоционально заряжено, происходило изменение в сопротивлении тела, вызывая отклонение стрелки гальванометра. Таким образом, Юнг работал для локализации (определения) и разгрузки отрицательного неосознанного материала. Этот метод исследования, используемый Юнгом, по крайней мере, с начала 1900-ых, снова упоминался в работе М.Коллинз и Дж. Дривера "Экспериментальная Психология"

Полиграф.

На основе изобретения А.Р. Лурии, в 1921 году в США студентом-медиком Калифорнийского университета и сотрудником Полицейского департамента американского города Беркли штата Калифорния, Джоном Огастусом Ларсоном был создан полиграф ("детектор лжи"), в состав которого входил КГР.

Далее идут полезные модели на основе изобретения Ганса Эрстеда (1820 г.) и А.Р. Лурия (1901 г.)

(Патент на полезную модель может получить та модель, которая на 30% имеет техническую новизну от своего прототипа.)

Электропсихометр.

«Электропсихометр», полезная модель на основе полиграфа, был сконструирован американским физиком В.Метисоном (Volney G.Mathison) в 1940-х годах. В оригинале прибор имел разные названия от «Mathison Electro-psychometer» до более наукообразного названия («электроэнцефалонейроментимограф»). Прибор был создан для «изучения реакций бессознательного» на основе теорий Зигмунда Фрейда о «психоаналитической» модели памяти, и, в частности, учении о «бессознательном». Прототипом прибора служили уже известные в Великую отечественную войну полиграфы: «Skin Galvanometer» и «Lie Detector».

В 1952 году Волни Метисон передал права Л.Рону Хаббарду (основателю Церкви Саентологии, считающейся Российской Павославной Церковью сектой), а в 1966 году Л.Рон Хаббард получил патент на «E-Metr» (US Patent 3,290,589 issued Dec. 6th, 1966, Device for Measuring and Indicating the Resistance of a Human Body, Inventor: Lafayette R. Hubbard). Современный е-метр (e-meter) измеряющий кожно-гальваническую реакцию выглядит так:

Современные полезные модели на основе изобретения Ганса Эрстеда (1820 г.) и А.Р.Лурия (1901 г.)

Разработка компактного детектора лжи научным коллективом: Р.Ю.Елохин, Г.И.Донов, Л.В. Стрыгин, Московский физико-технический институт. С помощью созданного прибора возможно измерение КГР человека (как по Фере, так и по Тарханову) во всем диапазоне его проявлений. Так же возможно наблюдение и изучение электрических потенциалов растений. Сигнал прибора позволяет “мгновенно” оценить, без последующей расшифровки, есть или нет реакция на ситуацию.

Полиграф "Эпос".

Полиграф ЭПОС выражает наиболее традиционное представление о приборе данного предназначения. Его разработка основана только на тех конструктивных элементах, которые реально востребованы специалистом в процессе тестирования.

Поэтому у полиграфа ЭПОС:

Удобный и понятный интерфейс, поскольку именно это позволяет любому специалисту успешно работать в сложных и постоянно меняющихся условиях тестирования;

Точное и наглядное представление физиологических характеристик, что является основой для достоверных выводов по результатам проведенного тестирования;

Сугубо традиционный набор датчиков, поскольку "эксклюзивные", "секретные" или "не имеющие мировых аналогов" каналы регистрации придумываются для удорожания полиграфа.

Имедис.

Аппаратно-программный комплекс "ИМЕДИС-ЭКСПЕРТ" предоставляет максимальные диагностические и терапевтические возможности, среди которых: электропунктурная диагностика по методам Р. Фолля и вегетативного резонансного теста (ВРТ), медикаментозное тестирование, проведение адаптивной биорезонансной терапии (БРТ), электропунктурной терапии по методу Р. Фолля, резонансно-частотной терапии и др. В аппарат встроен электронный медикаментозный селектор.

Бослаб.

Суть прибора и метода состоит в «возврате» пациенту на экран компьютера текущих значений его физиологических показателей. Это могут быть параметры ЭЭГ головного мозга, а также показатели вегетативного тонуса (частота сердечных сокращений, дыхание, электромиограмма, температура, КГР и др.). Таким образом, в течение курса биоуправления путем тренировок возможно усилить или ослабить уровень активации той или регуляторной системы.

БОС-комплекс "Кинезис".

Комплексная система биологической обратной связи (комплекс БОС) "Кинезис" - это современная система психофизиологического тренинга и коррекции разнообразных функциональных расстройств при широком спектре заболеваний нервной, опорно-двигательной и сердечно-сосудистой систем организма, а также при психоэмоциональных расстройствах.

Комплекс БОС позволяет провести:

психоэмоциональную коррекцию на основе регистрации и анализа биопотенциалов мозга;

тренинг опорно-двигательного аппарата и мышечной активности на основе регистрации и анализа электромиограммы;

коррекцию психовегетативного состояния на основе статистического расчета параметров ЧСС и др.

Устройство для оценки психоэмоциональных реакций человека "ИПЭР-2К".

Это прибор незаменим в работе психолога работающего с межличностными и семейными проблемами, так как позволяет проводить диагностику и коррекцию двум людям одновременно (мужчине-женщине, мужу-жене, родителю-ребенку, начальнику-подчиненному, и т.п.). Прибор показывает психические реакции двоих людей, что позволяет видеть, кто из них неадекватен и в какой области. Также прибор хорош для в индивидуальной психологической коррекции, т.к. позволяет отслеживать работу двух полушарий. Применяя различные психотехники можно восстанавливать баланс между словено-логическим и эмоционально-образным мышлением, что приводит к большей рациональности и уравновешенности, а также к более яркому и красочному восприятию мира (патент РФ на изобретение №2373965 и патент РФ №107482).

Возможности:

. Отслеживание в реальном режиме времени неосознаваемые реакций психики на различные виды стимулов:

а) одновременно у двоих людей (муж-жена, мать-сын, начальник-подчиненный, и т.п.), тем самым эффективно проводя семейную консультацию, или проверяя сотрудников на совместимость;

б) проводить психокоррекцию двух полушарий головного мозга, или корректируя эмоционально-образную и словесно-логическую сферу мышления человека;

в) проводить психокоррекцию в режиме «одного электрода» (как на «ИПЭР-1К»);

. Возможность записывать в отдельный файл показания с монитора и аудио на протяжении всего времени индивидуальной консультации с последующим воспроизведении;

. Возможность проводить диагностику и коррекцию по интернету с использованием дополнительного электрода цилиндрического с приемником внутри.

АПК «Активациометр» Цигарелли.

Целью функционирования АПК «Активациометр» является системное психологическое обеспечение деятельности и поведения человека.

Достижение этой цели с учетом требований системно-структурного подхода предполагает охват человека как целого, т.е. охват совокупности свойств, находящихся на всех основных уровнях структуры человека. Такой охват осуществляется с помощью 81 методики, реализуемых на АПК «Активациометр».

Карманный детектор лжи ИСК-1.

Преимущества детектора лжи ИСК-1:

автоматическое определение сопротивление кожи в состоянии покоя;

микропроцессорная стабилизация и подбор эквивалентного сопротивления кожи для более точной фиксации волнения человека;

индикация даже незначительных изменений и отклонений от состояния покоя;

широкий температурный режим работы;

присутствуют функции энергосбережения, что увеличивает длительность работы прибора от одного комплекта батарей;

индикация разряда батарей;

самотестирование в момент включения

Перстень для водителей.

Прибор используется тогда, когда необходимо предотвратить засыпание человека, в ситуациях, при возникновении которых засыпание может привести к нежелательным, тяжким или катастрофическим последствиям.

Одно из возможных назначений прибора - контроль за деятельностью сотрудников. Прибор ведет запиcь логов - информации о включении/выключении, об отсутствии контакта (например, когда сотрудник снял прибор чтобы поспать). Это позволяет без присутствия на месте в конце смены осуществлять контроль за сотрудниками. Вся эта информация доступна при подключении устройства к компьютеру.Reflection.

«Ментальные Игры» анализирует тончайшие изменения значений электрического сопротивления вашей кожи (кожно-гальваническую реакцию КГР) и выводят их на дисплей компьютера в режиме реального времени.

«Ментальные Игры» основаны на принципе применения биологической обратной связи.

Метод биологической обратной связи (БОС) - это передача человеку дополнительной, не предусмотренной природой информации о состоянии его органов и систем в доступной и наглядной форме..

Система с обратной связью работы ТотСтрим с высокой точностью измеряет малейшие изменения в проводимости вашей кожи (КГР). Технология основана на основных принципах человеческой физиологии. Медицинскими исследованиями установлено, что изменения в сопротивлении кожи, человека точно соответствуют уровню напряжения или расслабления тела человека, которое отражается в его мыслях, чувствах, капризах и пр. Каждая мысль, настроение и действие, которое Вы предпринимаете, непосредственно отражаются в изменениях интенсивности потоотделения, напряженности мышц, частоте дыхания, температуре тела, кровяном давлении, и т.д. Эти изменения обычно являются настолько тонкими и неуловимыми, что в сознании они не фиксируются. Биологическая обратная связь находит все большее применение и использование, благодаря техническим устройствам, которые позволяют обнаружить малозаметные изменения, зарегистрировать их и усилить сигналы для использования, в различных областях человеческой деятельности.

Описание измерительной установки

Источники тока.

Так как тело человека является проводником электричества, а электрокожное сопротивление неоднородно, в качестве истоника питания цепи измерительного устройства можно использовать только источник тока. Это ограничение обусловлено тем, что сопротивление кожи у разных пациентов может отличаться, а также наличием БАТ на коже, в которых электрическое сопротивление намного меньше окружающих участков кожи. Если подать высокое напряжение на поверхность кожи с низким электрическим сопротивлением, то может возникнуть слишком большой ток, что недопустимо при пропускании тока через тело человека.

Особенность источников тока в том, что их выходное значение силы тока остается постоянным независимо от сопротивления цепи (из-за высокого внутреннего сопротивления источника ЭДС и наличием отрицательной обратной связи по току).

В качестве источника тока используется высокоточный измеритель/источник питания (SMU) NI PXI-4132, со следующими параметрами:

· Температура окружающей среды 23 °C ± 5 °C

· После 30 минут прогрева

· Свойство/атрибут «niDCPower» в режиме автообнуления установлен в положение «On»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Предел | Разрешение | Точность ± (% от выхода + смещение) 23 °C ± 5 °C |
| 10 мкА 100 мкА 1 мА 10 мА 100 мA | 10 пA 100 пA 1 нA 10 нA 100 нA | 0,028% + 1,0 нA 0,028% + 10 нA 0,028% + 0,1 мкA 0,028% + 1,0 мкA 0,020% + 10 мкA |

Параметры данного источника достаточны для проведения исследований с необходимой точностью. Устройство подает на электрическую цепь ток величиной 100 мкА, при этом погрешность составляет 0,028% +1нА.

Устройство для высокоточного измерения сопротивления кожи

Как было описано ранее, для измерения сопротивления участка кожи обычно используется устройство с двумя электродами, между которыми измеряется разность потенциалов и в последующем определяется электрическое сопротивление. При этом электроды выбирают таким образом, чтобы площадь одного электрода была намного больше площади другого. Активный электрод изготавливается с малой площадью (несколько мм2), а пассивный во много превышает площадь активного(может достигать площади 10000мм2)Таким образом сопротивление кожи под пассивным электродом оказывается очень малой и обычно не берется в расчет при измерении полного сопротивления. Такой подход позволяет достаточно точно регистрировать колебания электрокожного сопротивления, но не позволяет точно определить сопротивление измеряемого участка кожи, так как сопротивление кожи под пассивным электродом влияет на результат измерения.

Чтобы определить с высокой точностью электрическое сопротивление кожи необходимо измерить падение напряжения только на верхнем слое эпидермиса, то есть между дермой и поверхностью кожи (точки 1 и 2 на рисунке). Но сделать это напрямую неинвазивным способом невозможно.



Рисунок 4.

Чтобы исключить влияние сопротивления под пассивным электродом, необходимо добиться того, чтобы падение напряжения на этом электроде было нулевым.



Рисунок 5. (1 этап измерения)

На схеме изображена эквивалентная схема прохождения тока через тело человека. Измеритель сопротивления работает от двух высокоточных источников тока NI PXI-4132 фирмы NationalInstruments. Ключи К1 и К2 замыкают ветви электрической цепи I1 и I2соответственно. Величина подаваемого тока I1=I2 = 100мкА. При прохождении тока через R2 токи I1 и I2 компенсируют друг друга, и, таким образом падение напряжения на R2 нулевое и электрод 2 как будто опускается в то чку цепи 4, то есть, в нашем случае, как будто оказывается под кожей. Это позволяет точно измерить сопротивление эпидермиса и дермы, исключая влияние на результат измерения сопротивление под пассивным электродом.

Измерение происходит в два этапа. На первом этапе измерения встречный ток протекает через сопротивление кожи R2, на втором - через R1.





Рисунок 6. (2 этап измерения)

Для вычисления сопротивления кожи необходимо измерить напряжение на вольтметре V1 и найти по закону Ома сопротивление соответствующей ветви цепи.

Для достижения высокой точности измерения напряжение снимается при двух вариантах включения источников тока (1 и 2 этапы измерения), после чего полученные значения заносятся в систему уравнений:

= I1\*(R1 + R2 + rт1);= I1\*(R1 + R2 + rт1)-I1\*R2 = I1\*(R1 + rт1);=I1\*(R1 + R2 + rт1) - I1\*R1= I1\*(R2 + rт1);

Из данной системы получаем:

=(U2/I1 )- rт1; R2= (U1 - U2)/I1;=(U3/I1) - rт1; R1= (U1 - U3)/I1;т1 = (U1 -U1 + U2 - U1 + U3)/I1 = (U2+ U3 - U1)/I1;

При расчетах нужно учитывать площадь накладываемого электрода, так как значение сопротивления рассчитывается для 1см2 кожи.

Литература

1. Большая медицинская энциклопедия, М, 1978 г., том 8, с. 342.

. Львова Л. В. Искусство врачевания “Провизор” 1999, №17

. Мачерет Е.Л., Лысенюк В.П., Самосюк И.З. Атлас акупунктурных зон, К: Вища шк. Головное изд-во, 1986.-255с.

. Неборский А.Т., Неборский С.А Электрокожная проводимость в оценке функционального состояния человека (экспериментально-теоретическое обоснование) / Под ред. Р.А. Вартбаронова. - М.: Медицина, 2007.- 224 с..

. Берсенев В.А. Структура висцерокутанного сенситивного синдрома (патогенез зон Захарьина - Геда), Журнал невропатологии и психиатрии, 1979, т. 79, №7, с. 884.

. Ченегин В.М. Кожно-гальванические реакции, как метод прогнозирования функционального состояния спортсменов. // Оценка и прогн. функц. Состояний в физиологии. - Фрунзе. 1980.- сс. 340-342.

. Серова Е.Н., Иванов Ю.П. Кожно-гальваническая реакция: теория и новые методические подходы. Медицинские науки, Клиническая лабораторная диагностика 2007, № 5, сс52-56.

. под. ред. В.С. Маята Диагностическая и терапевтическая техника, Изд. “Медицина”, Москва, 1969 10. Архипов М.В., Головин В.Ф., Саморуков А.Е. Диагностика состояния пациента при механотерапии на основе электрокожного сопротивления // Мануальный терапевт-врач лечебной физкультуры. 2011. №1-2 С. 10-15.

. Архипов М.В., Головин В.Ф., Журавлев В.В., Саморуков А.Е. Оценка состояния пациента по электрокожному сопротивлению при механотерапевтическом воздействии // Медицинская техника. 2011.

. Платонов А.К., Герасименко Ю.П., Илиева-Митуцева Л., Никитин О.А., Сербенюк Н.С., Трифонов О.В., Ярошевский В.С. Биомехатронные элементы стимулятора стопы человека.