

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

С.Г. Еханин

**КОЖНО-ГАЛЬВАНИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ: ДАТЧИКИ, ПРИБОРЫ,
ИССЛЕДОВАНИЯ**

Методические указания к лабораторному занятию по дисциплине
«Биомедицинские приборы и датчики»

Томск
2022

УДК 621.317; 57.081

ББК 34.92

Е-930

Рецензент

Романовский М.Н., доцент кафедры конструирования узлов и деталей РЭА, канд.
техн. наук

Еханин Сергей Георгиевич

Е-930 Кожно-гальваническая реакция: датчики, приборы,
исследования: методические указания к лабораторному занятию по дисциплине
«Биомедицинские приборы и датчики» / С.Г. Еханин. – Томск: Томск. гос. ун-т
систем упр. и радиоэлектроники, 2022. – 25 с.

В методических указаниях кратко изложены сущность и история развития метода, описание традиционных приборов для измерения КГР, описание многофункциональной электронной платформы MySignals. Приведены методика измерений, порядок выполнения лабораторной работы, контрольные вопросы и список рекомендуемой литературы. Предназначено для студентов, интересующихся проблемами биомедицинского приборостроения.

Одобрено на заседании каф. КУДР протокол № 233 от 17 февраля 2022 г.

УДК 621.317; 57.081

ББК 34.92

© Еханин С.Г., 2022

© Томск. гос. ун-т систем упр.
и радиоэлектроники, 2022

Оглавление	
ВВЕДЕНИЕ	4
1 ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ КГР В ПСИХОЛОГИИ	5
2 СУЩНОСТЬ КГР	8
3 ОПИСАНИЕ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КГР	10
3.1 Основные характеристики приборов	10
3.2 Электроды.....	11
4 ОПИСАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛАТФОРМЫ MYSIGNALS ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	12
4.1 Измерение КГР с помощью датчика MySignals	13
4.2 Автономный режим измерения (пример использования).....	15
4.3 Режим измерения с помощью приложения MySignals (пример).....	16
4.4 Режим измерения с помощью веб-сервера MySignals	18
5 ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	20
5.1 Цели и задачи лабораторных исследований	20
5.2 Оборудование и ресурсы, необходимые для проекта	21
5.3 План лабораторных исследований	21
5.4 Порядок выполнения лабораторных исследований	22
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	24
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	25

ВВЕДЕНИЕ

Кожно-гальваническая реакция (КГР) (синонимы: психогальваническая реакция, рефлекс кожно-гальванический, рефлекс психогальванический, Тарханова феномен) представляет собой изменение разности потенциалов и уменьшение электрического сопротивления между двумя участками поверхности кожи (например, тыльная и ладонная поверхности кисти руки) при раздражениях, связанных с эмоциональной реакцией организма.

Биоэлектрическая активность на коже обусловлена активностью симпатической нервной системы и деятельностью потовых желез.

Есть два метода регистрации КГР:

- по Тарханову, т. е. регистрация разности потенциалов между двумя участками кожи;
- по Фере – исследование сопротивления кожи пропускаемому через неё току.

При регистрации кожных потенциалов (метод Тарханова) в электрической цепи отсутствует внешний источник тока, а значения потенциалов фиксируется чувствительным гальванометром.

Таким образом, кожная реакция (КР) или кожно-гальваническая реакция (КГР) - это изменение разности потенциалов и снижение электрического сопротивления между двумя участками поверхности кожи, которое характеризует нервно-эмоциональное состояние организма. Если человека неожиданно поместить в стрессовую ситуацию, то КР изменится в течение 2-3-х минут. 2 - 3 минуты - это время запаздывания реакции на эмоциональный раздражитель. КГР рассматривается как вегетативный компонент ориентировочных, оборонительных, эмоциональных и др. реакций организма, и представляет собой непосредственный эффект активности потовых желез.

Исследования КГР проводят для изучения психофизиологических реакций человека, особенностей его личности и уровня активности симпатической нервной системы, что широко используют в психофизиологических, физиологических и клинко-физиологических, криминалистических исследованиях в качестве высокочувствительного, простого и технически легко определяемого показателя, а также для оценки нейропсихического напряжения человека. Регистрация КГР является важным компонентом исследований на полиграфах, так называемых «детекторах лжи».

1 ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ КГР В ПСИХОЛОГИИ

Первым, кто обратил внимание на электрические потенциалы кожи, был французский физиолог Дюбуа-Реймон. На изолированной коже лягушки он показал, что ее электробиотоки по своей величине превосходят даже нервные и мышечные.

Возникновение электрических потенциалов кожи впервые в мире исследовал русский физиолог, знаток «животного электричества», ученик И.М. Сеченова, Иван Романович Тарханов (Тархнишвили, Тархан-Моурави). В мировой литературе этот метод носит название «феномена Тарханова» и заключается в усилении гальванических явлений в коже человека при раздражении чувств и различных формах психической деятельности.

В 1888 г. И.Р. Тарханов открывает изменение электрических явлений в коже человека при раздражении органов чувств и различных формах психической деятельности, о чем он докладывает 22 апреля 1889 г. на заседании Петербургского общества психиатров и невропатологов. И.Р. Тарханов установил, что любое раздражение, нанесенное человеку, через 1 - 10 с латентного периода вызывает сначала легкое и медленное, а затем все ускоряющееся отклонение зеркала гальванометра, часто выходящее за пределы шкалы. Это отклонение иногда продолжается еще несколько минут по прекращении действия раздражителя. Постепенно зеркало гальванометра возвращается в исходное положение.

И.Р. Тарханов заметил, что электрические явления в коже человека резко усиливаются при мнимом воображении ощущения, при абстрактной умственной деятельности, при возбуждении нервной системы, при утомлении. Он открыл, что сопротивление человека прохождению небольшого электрического тока через руки, держащие электроды, изменяется согласно субъективному эмоциональному состоянию. Простой психогальванометр, который он изобрел, чтобы исследовать это явление, был одним из самых ранних инструментов психологического исследования.

В 1879 году во Франции Вигуру (Vigouroux) при исследовании «животного магнетизма» пришел к идее измерения сопротивления кожи при прохождении электрического тока. Этой методикой с успехом воспользовался другой французский физиолог У. Фере и в 1888 г. с ее помощью впервые систематизировал связи между сенсорными ощущениями и эмоциями, с одной стороны, и колебаниями кожного сопротивления – с другой.

Таким образом, существуют два метода регистрации кожно-гальванических реакций: по Тарханову (регистрация электрических потенциалов кожи) и по Фере (регистрация электрического сопротивления кожи). Оба метода, как показатели состояния организма, дают идентичные результаты, только латентный период

изменения сопротивления кожи несколько выше, чем при изменении потенциалов кожи.

Немецкий инженер Мюллер в 1904 г., проверяя чувствительность сконструированного им гальванометра, решил вместо омического сопротивления подключить человека. При этом он заметил странное явление: стоило чем-либо воздействовать на центральную нервную систему человека, как стрелка гальванометра начинала отклоняться, как будто в цепи уменьшалось сопротивление. Мюллер обратился за советом к Верагуту, видному физиологу. Вначале Верагут думал, что это какой-то артефакт, но, ознакомившись с работами Тарханова и Фере, понял, что это явление обусловлено воздействием на нервную систему человека и назвал его «психогальваническим рефлексом». По сути, методики Фере и Верагута-Мюллера ничем не отличаются друг от друга и призваны изучать изменения сопротивления кожи.

В.П. Горев отмечает, что, как и многие другие открытия наших отечественных ученых, феномен Тарханова должным образом не был освещен в зарубежной литературе. Наоборот, он был оттеснен появившимся через 20 лет (1909 г.) так называемым «психогальваническим рефлексом» Верагута. Метод О. Верагута не отражает биоэлектрических изменений, возникающих в коже, а регистрирует результаты поляризационных процессов при включении в цепь (пропускание через кожу) постоянного тока напряжением в несколько вольт.

Первое упоминание об использовании гальванометра в психоаналитическом исследовании находится в книге К.Г. Юнга «Исследования и анализ слов» (1906 г.). Здесь швейцарский психолог 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» (1926 г.). Карл Густав Юнг ввел понятие кожно-гальванической реакции (КГР).

В нашей стране исследования в области связи электрических процессов тела и процессов психических вел в середине 1920-х годов А.Р. Лурия (соратник Л.С. Выготского и один из зачинателей российской психологии и психофизиологии).

Ранний психогальванометр не был простым в использовании. Из-за отсутствия усилителя он так и остался специализированным лабораторным прибором до разработки более сложных усилителей в 1930-х годах. Использование такого аппарата в специализированных исследованиях в психиатрических и медицинских лабораториях продолжается и по сей день.

Поскольку наиболее ранние исследования явлений сопротивления кожи были выполнены в Германии, Вторая мировая война прекратила дальнейшие разработки в этой области, кроме некоторых работ в Америке. В 30 - 40-е годы гальванометр активно применялся в составе полиграфов («Многофакторных детекторов лжи»), которые разрабатывали американцы К. Бакстер и В. Мэтисон.

В 1967 г. идея прибора под названием «Биометр» была предложена кандидатом физико-математических наук (ныне профессор Критского университета) В.Г. Адаменко и выдающимися русскими исследователями биологических полей живых объектов С.Д. Кирлиан и В.Х. Кирлиан. Супруги Кирлиан широко известны тем, что одни из первых сделали фотографии объектов в поле токов высокой частоты (эффект Кирлиан).

Биометр представляет собой микроамперметр с электродами в виде металлических трубок (медной и алюминиевой). Он начинает работать с момента замыкания цепи, когда человек, не прилагая ощутимых усилий, охватывает датчики ладонями. При этом между электродами, сделанными из разнородных металлов, возникает контактная разность потенциалов, фиксируемая в микроамперах. Показания биометра дают количественную характеристику уровня активации (состояние нервной системы, характеризующее уровень ее возбуждения и способность к ответной реакции), меняющегося в связи с эмоциональным возбуждением. Обычно, чем выше эмоциональное возбуждение, тем больше стрелка микроамперметра отклоняется вправо от нуля. Однако такой прибор недостаточно чувствителен, чтобы регистрировать мгновенные изменения показаний.

Наиболее удачная разработка в этой области – аппарат для регистрации кожно-гальванической реакции, сконструированный Волни Мэтисоном (Volney Mathieson) в 1952 г.. С некоторыми модификациями этот аппарат широко применяется до настоящего времени вместе с процедурами, в основе которых лежит техника Юнга.

Параллельно развивалась электродиагностика функциональных систем организма, основанная на понимании электромагнитной природы процессов человеческого организма.

Р. Фолль – немецкий врач, ученый и изобретатель – впервые в Европе доказал существование взаимосвязи биологически активных точек на теле человека с его внутренними органами: разработал и обосновал новый метод электроakupунктурной диагностики и терапии. В 1953 году Р. Фолль совместно с инженером Ф. Вернером разработали новый метод электроakupунктурной диагностики и применили ее в клинической практике. С 1961 года действует Интернациональное общество электроakupунктуры имени Р. Фолля. Выдающиеся заслуги Фолля и его метод были признаны в бывшем СССР только 15 лет спустя.

В 1989 году, после проведения многочисленных клинических испытаний, постановлением Совета Министров СССР метод Фолля получил право на повсеместное внедрение в клиническую практику. Согласно Фоллю тело человека – целостная система, в которой каждому органу присуща только ему свойственная частота колебаний, или вибрация. Искажение естественной частоты колебаний влечет за собой возникновение заболеваний и патологий органов. Доктор Фолль выявил, как можно определить состояние каждого органа и любой системы человеческого организма, воздействуя током особой частоты на биологически активные (акупунктурные) точки тела. Именно поэтому стало возможным за короткое время провести диагностику и получить данные функционального состояния организма. Сопоставляя данные замеров, врач может делать выводы и назначать лечение.

Таким образом, к настоящему времени существуют различные методы фиксации психофизиологического состояния человека по электромагнитным процессам, проходящим в теле, и, прежде всего, кожном покрове.

2 СУЩНОСТЬ КГР

По Тарханову, причина колебаний КГР заключается в усилении нервной активности человека, что сопровождается повышением секреции пота и проявляется в возникновении гальванического тока на поверхности кожи.

Кожные потенциалы зависят от неодинаковой поляризации слоев кожи, зарегистрированные реакции кожных потенциалов имеют форму одно- или двухфазных колебаний. Отрицательная фаза связана, по-видимому, с выделением адреналина симпатическими окончаниями в коже, а положительная – с активностью потовых желез. Оба эти факта определяют величину исходного электрокожного сопротивления и импеданс кожи у человека и обезьян, тогда как у кошек на подушечках лапок ЭКС зависит исключительно от потоотделения.

Так, П.П. Слынько установил, что восходящая часть кривой КГР связана с заполнением выводных протоков потовых желез потом и выбросом части его на поверхность кожи, а нисходящая является результатом всасывания пота из выводных протоков и сплющиванием их вследствие этого и, очевидно, противодействия ткани. Высота подъема кривой КГР непропорциональна количеству пота, выбрасываемого на поверхность кожи.

Кожно-гальваническая реакция не регистрируется на участках тела, анатомически не имеющих потовых желез (красная кайма губ и др.).

Д.Лева в исследованиях на человеке установил полный параллелизм между густотой потовых желез и кожно-гальванической реакцией. По его данным, на первом месте стоят ладонная и подошвенная поверхности конечностей. Затем идут

подмышечная область, лоб и другие участки поверхности кожи. В опытах на животных он показал, что поперечнополосатая мускулатура не принимает участия в осуществлении КГР. Это доказывается кураризацией животных. Изучая влияние атропина на течение и возникновение гальванических явлений в коже человека, Д. Лева установил, что в малых дозах этот яд ослабляет, а в больших – угнетает КГР. В свое время такое же действие атропина отмечал и Верагут. В дальнейшем роль атропина была исследована на кошках и на лягушках. Были отмечены те же результаты: в зависимости от концентрации атропина отмечается либо усиление, либо угнетение электродермограммы.

Ц. Ларроу подтвердил выводы Тарханова о том, что КГР появляется одновременно с выделением пота и изменением температуры кожи.

О. Верагут считал, что психогальванический рефлекс « ... является следствием временного усиления потоотделения и связанного с этим повышением электропроводности кожи в результате возбуждения нервно-психической активности человека». Это подтверждают З. Германн и Б. Лухзингер. О степени влажности кожи, т.е. потоотделения, можно судить по величине электросопротивления кожи. Чем оно меньше, тем больше влажность кожи.

Исходя из данных морфологических, биохимических и биофизических исследований В. Кофоц-Джонсен и Х. Юссинг детально разработали теорию кожных потенциалов, согласно которой на границе эпидермиса и собственно дермы находятся дипольные клетки. Эти клетки имеют разную проницаемость в частях, обращенных наружу и внутрь, и могут активно переносить внутрь ионы натрия, преодолевая его концентрационный градиент. Поэтому наряду с простыми физико-химическими факторами в динамике потенциалов ведущую роль играют процессы жизнедеятельности кожи. О роли эпидермиса в образовании сопротивления кожи свидетельствует работа Тишкова, где показано, что сопротивление кожи при снятии эпидермиса у трупа падает с 200 кОм до 700 Ом. Сопротивление ткани зависит не только от толщины эпидермиса, но и от сухости – при смачивании кожи сопротивление ее падает на 40 процентов.

В происхождении КГР существенное значение имеет также распределение активных точек кожи, образуемых вхождением в кожу нервных волокон.

Количество выделенного пота зависит от разных причин: внешней температуры, водно-солевого обмена, от состояния просвета кровеносных сосудов (гиперемия, анемия) и, прежде всего, от функционального состояния ЦНС. Потоотделение связано с возбуждением высших вегетативных центров, которые подвержены влиянию электромагнитных процессов ЦНС.

3 ОПИСАНИЕ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КГР

Электрометры – приборы, с помощью которых измеряется сопротивление тела, подвергающегося влиянию электромагнитных полей (по показателю сопротивления кожи) по методу Фере.

Существует ряд реализаций такого устройства по степени чувствительности, но по существу обращаются к тому же самому явлению – кожно-гальванической реакции. В настоящее время имеется ряд аппаратов, регистрирующих КГР для различных научных и медицинских целей: ПИКЭС-2 (МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва), «Антис» (Центр медико-биологических и экологических исследований, Рига), ФБУ «Релаксация» (Институт медицинской реабилитации, Москва), «Психограф (ПС-1)» (СПб), "РОФЭС-диагностика" (Екатеринбург), ГРВ-камера (Великий Новгород), а также целый ряд патентов, не реализованных в массовых образцах.

Приборы представляет собой чувствительный омметр – обладающий постоянным током около 30 микроампер, с диапазоном измерения приблизительно от 1 килоома до 1 мегаома, способный измерить внезапные (малые и большие) мгновенные изменения электрического сопротивления тела. Важны именно перепады сопротивления, по большей части мгновенные, абсолютная величина сопротивления не столь важна. Чем внезапнее происходит перепад сопротивления, тем значительнее проявления неосознаваемых процессов.

Для эффективной фиксации необходима значительная поверхность контакта – например, посредством ладоней рук. Электрометр измеряет сопротивление с помощью электрода (металлический цилиндр, т.н. «банка»), который человек держит в руках, либо специальной манжеты, крепящейся на руке. Показания не зависят от количества пота на ладонях человека, как ошибочно считают специалисты по детектору лжи (полиграфу).

Примечание: на тело подается напряжение не более полувольта. Это пренебрежимо малая величина; прибор никак не действует на человека, держащего электроды. Протекающий через тело ток незначителен и не несет никаких положительных или отрицательных последствий.

3.1 Основные характеристики приборов

- Измеряемое сопротивление 0 – 60 мОм
- Реагирует на быстрые изменения до 1/10 – 1/100 секунды.
- Фильтрует помехи.
- Имеется корректировка чувствительности внутри широкого диапазона. Устройство имеет диапазон регулировки чувствительности 0.1 - 99.9 условных единиц.

- Ток потребления 5 - 10 мА, что обеспечивает от 120 до 250 часов непрерывной активной работы прибора в автономном режиме.
- Полностью цифровая 32-х разрядная обработка.
- Цифровая электронная схема изготовлена из электронных компонентов с использованием микропроцессоров.
- Цифровые индикаторы отражают текущее состояние измерений.
- Тип устройства отображения – стрелочный индикатор с оценочной шкалой. Стрелочный прибор – с левым положением стрелки и током полного отклонения 100 мкА.

3.2 Электроды

Электроды состоят из двух металлических цилиндров, соединенных изолирующим переходником. К каждому из цилиндров прикрепляется провод; один из них служит анодом, а другой – катодом. Таким образом, с помощью ладони человека, которая касается обеих половин электрода, образуется замкнутая цепь. Размеры электрода: длина – 150 мм, диаметр – 50 мм, длина провода – 0,8 м.

Примечание: для удобства людей разного возраста и телосложения используются электроды различного диаметра.

4 ОПИСАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛАТФОРМЫ MYSIGNALS ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

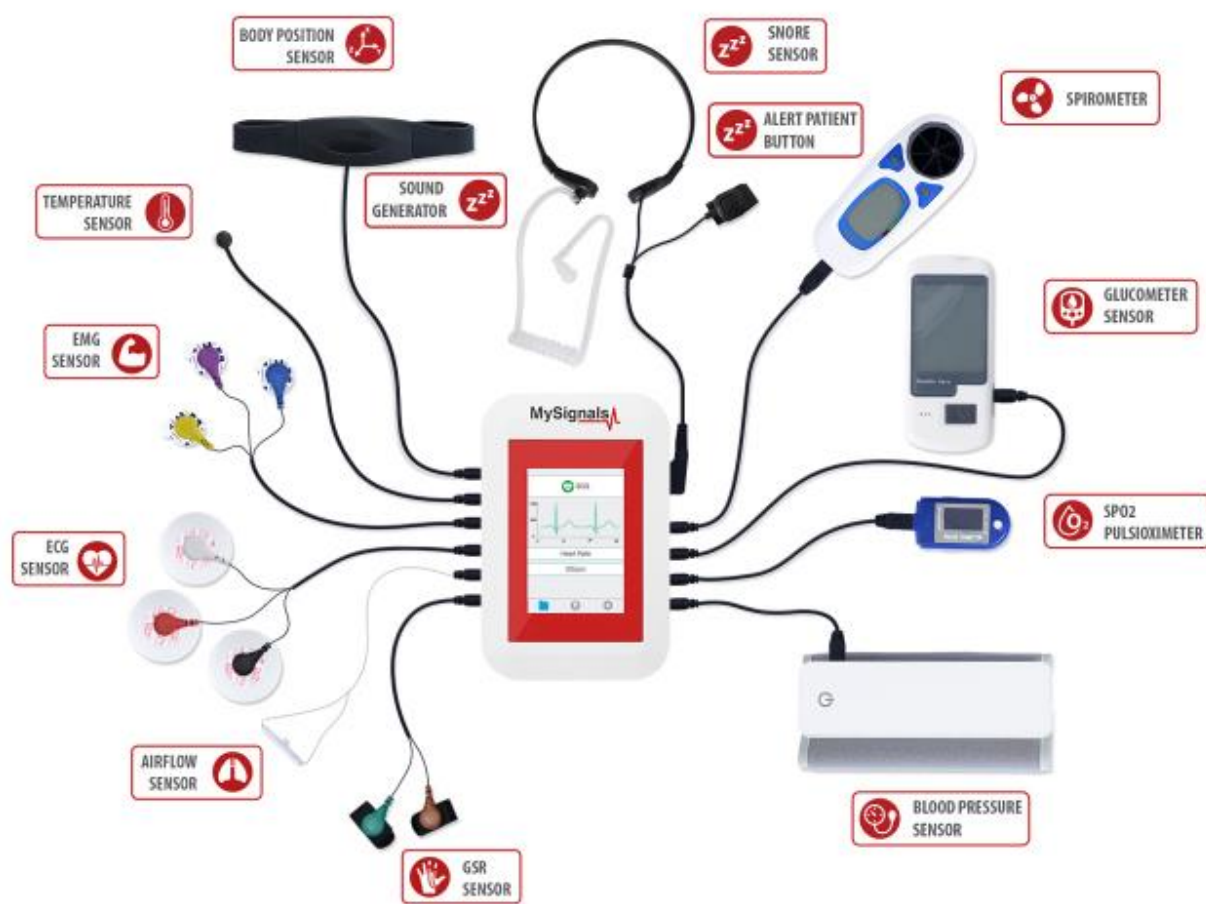


Рисунок 1 - Возможности медицинской электронной платформы MySignals

MySignals - это платформа для разработки медицинских устройств и приложений электронного здравоохранения. Вы можете использовать MySignals для разрабатывать веб-приложения для электронного здравоохранения или даже добавлять собственные датчики для создания новых медицинских устройств. MySignals позволяет измерять более 20 биометрических параметров, таких как пульс, частота дыхания, уровень кислорода в крови, сигналы электрокардиограммы, артериальное давление, сигналы электромиографии мышц, уровень глюкозы, гальваническая кожная реакция, объем легких, волны храпа, положение пациента, параметры воздушного потока и шкалы тела (вес, масса кости, жир тела, мышечная масса, вода тела, висцеральный жир, базовый уровень метаболизма и индекс массы тела). Эти широкие возможности делает MySignals самой полной платформой

электронного здравоохранения на рынке. Все данные, собранные MySignals, зашифровываются и отправляются в личную учетную запись пользователя в Libelium Cloud через WiFi или Bluetooth. Данные могут храниться в облаке Libelium или отправляться на сторонний облачный сервер. Данные можно визуализировать в планшете или смартфоне с помощью приложений для Android или iPhone. Libelium предлагает API для разработчиков для доступа к информации. Облачный API позволяет получить доступ к пользователю личный кабинет и получить ранее сохраненную информацию для визуализации на сторонней платформе.

Вы можете найти всю информацию о MySignals на: <http://www.my-signals.com>

4.1 Измерение КГР с помощью датчика MySignals

Проводимость кожи, также известная как гальваническая реакция кожи (КГР, GSR), является методом измерения электрической проводимости кожи, которая зависит от уровня ее влажности. Это представляет интерес, потому что потовые железы контролируются симпатической нервной системой, поэтому моменты сильных эмоций, изменяют электрическое сопротивление кожи.

Проводимость кожи используется как признак психологического или физиологического возбуждения, гальванический сенсор реакции кожи (GSR - Потоотделение) измеряет электрическую проводимость между двумя точками и представляет собой тип омметра.

Датчик GSR измеряет электропроводность кожи, которая зависит от уровня ее влажности. Это представляет интерес, потому что потовые железы контролируются симпатической нервной системой, поэтому моменты сильных эмоции, изменение электрического сопротивления кожи.

В методе ответа проводимости кожи на психоэмоциональное возбуждение проводимость кожи измеряется на пальцах ладони. Принцип или теория, лежащая в основе функционирования датчика гальванической реакции, заключается в измерении электрического сопротивления кожи на основе пота, производимого организмом. При повышенном потоотделении электрическое сопротивление кожи падает. Сухая кожа фиксирует гораздо более высокое сопротивление. Датчик реакции проводимости кожи измеряет психогальванический рефлекс тела.

Датчик должен быть подключен к определенному разъему GSR на плате MySignals, и он работает с прямым разъем питания, см. рис.2.



Рисунок 2 - Платформа MySignals с подключенным датчиком GSR

Разместите электроды, как показано на рис. 3

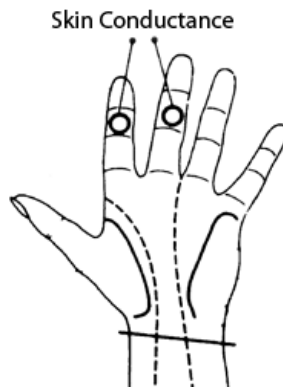


Рисунок 3 - Схема подключения электродов

Гальванический кожный датчик имеет два контакта и работает как омметр, измеряющий сопротивление материалов. Поместите пальцы в металлические контакты и затяните липучку, как показано на рис. 4.



Рисунок 4 - Платформа MySignals с датчиком GSR, расположенным на теле пользователя

4.2 Автономный режим измерения (пример использования)

Прежде всего выберите датчик, который вы хотите измерить на экране выбора датчиков. Нажмите на сенсорный экран в правильном символе. Вы можете увидеть логотипы выбранных датчиков в синем цвете, см. рис. 5.



Рисунок 5 - Логотип выбранного датчика

Затем вы можете перейти к экрану General Sensor, используя логотип в левом нижнем углу. MySignals начнет контролировать все параметры в общем режиме, где отображаются только числовые значения.



Рисунок 6 - Общий режим и выбор режима измерения

Используя значки экрана, вы можете перейти в детальный режим для выбранного датчика. Нажмите на логотип датчика в общем режиме, если вы хотите увидеть графические и числовые значения конкретного датчика, см. рис. 7.

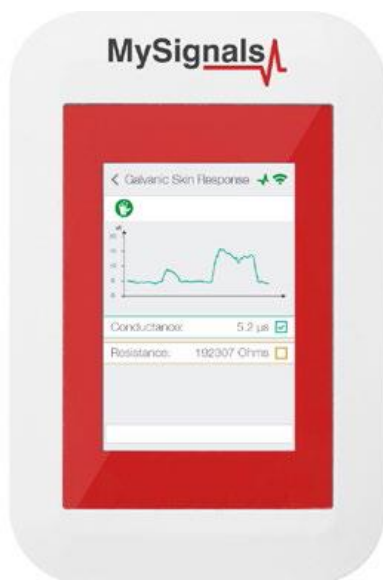


Рисунок 7 - Детальный режим

4.3 Режим измерения с помощью приложения MySignals (пример)

На экране **MySignals** выберите логотип датчика, который вы хотите использовать. Выбранный датчик отображается на экране в синем цвете.

Используя логотип в левом нижнем углу можно перейти к экрану General Sensor. На экране будут отображаться логотипы:

- Зеленый: это значение, измеренное в реальном времени в программном обеспечении MySignals.
- Оранжевый: это старое значение, измеренное в предыдущем соединении некоторого времени назад.
- Серый: датчик не подключен.

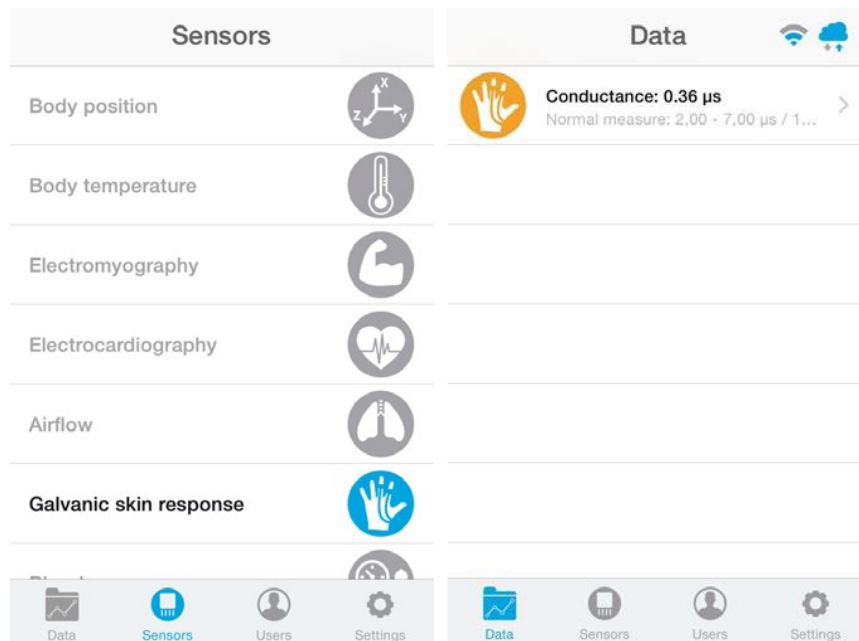


Рисунок 8 - Общий режим и выбор режима приложения

Используя этот экран вы можете перейти в детальный режим для каждого выбранного датчика. Нажмите на логотип датчика в общем режиме, если вы хотите увидеть графические и числовые значения конкретного датчика.

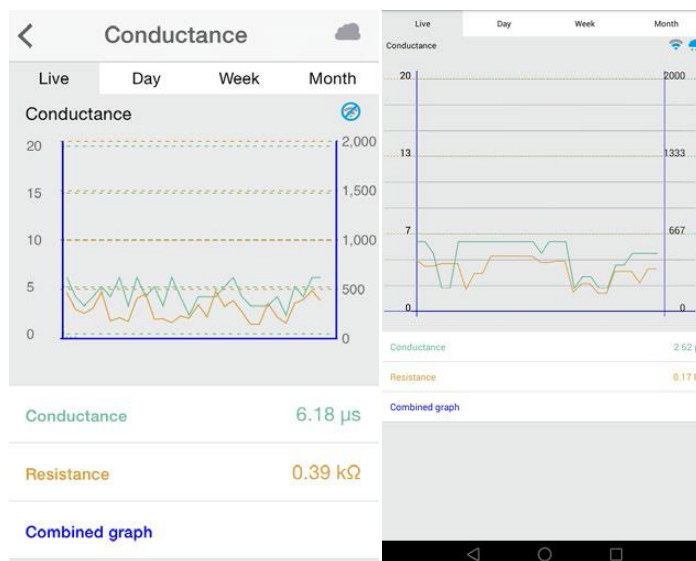


Рисунок 9 - Детальный режим

4.4 Режим измерения с помощью веб-сервера MySignals

Прежде всего выберите датчик, который вы хотите визуализировать. Вы можете использовать быстрое меню, расположенное в левой части экрана Веб-сервера. Выберите пользователя.

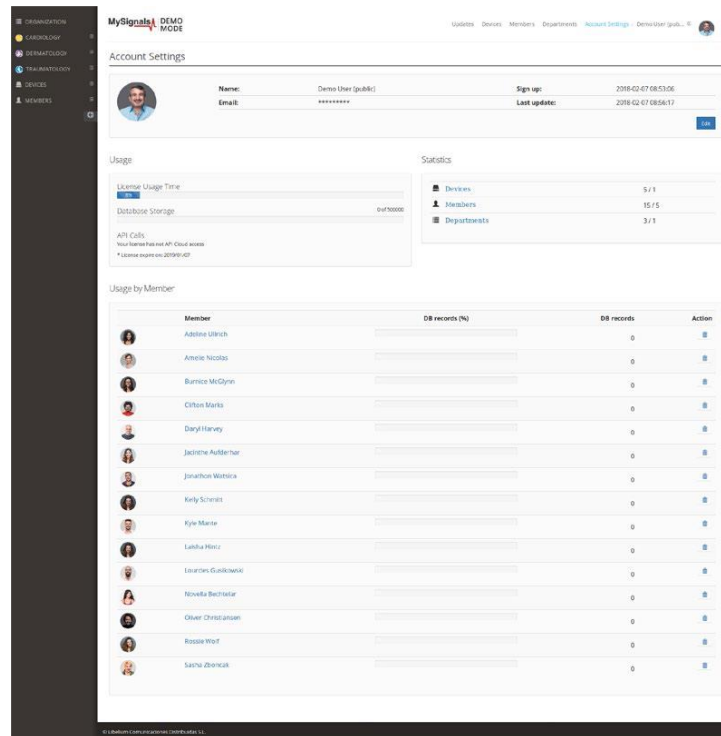


Рисунок 10 - Выбор пользователя

Вы можете выбрать интервал загрузки в облако в настройках Wi-Fi 10, 20, 30 или 60 секунд. Затем вы можете увидеть страницу общего датчика. MySignals Web Server будет контролировать все параметры в обычном режиме где он показывает только числовые значения. На этом экране вы можете увидеть цветовой код в логотипах датчиков:

- Зеленый: это значение, измеренное в реальном времени в программном обеспечении MySignals.
- Оранжевый: это старое значение, измеренное в предыдущем соединении некоторого времени назад.
- Серый: датчик не подключен.

MySignals Devices Members Departments Account Setting Demo User (600...) [User Icon]

Member

Name: Anna **Height:** 173 cm
Surname: Gerheld **Weight:** 104 kg
Member ID: 25 **BirthDay:** 10 Jun 1987
Last update: **Department:** Dermatology

Data

- Body position
- Temperature (Normal measure: 36 - 38 °C)
- Muscle contraction (cpm) (Normal measure: 0 - 10 cpm)
- Heart rate (bpm) (Normal measure: 60 - 120 bpm)
- Respiratory rate (ppm) (Normal measure: 12 - 25 ppm)
- Conductance (Normal measure: 2 - 7 uS)
- Diastolic pressure / Systolic pressure (Normal measure: 40 - 80 mmHg / 80 - 120 mmHg)
- Oxygen saturation (Normal measure: 95 - 98 %)
- Glucose mg (Normal measure: 72 - 114 mg/dl)
- PEF / FEV1 (Normal measure: 540 - 780 litres / 180 - 300 l)
- Snore rate (spm) (Normal measure: 12 - 25 spm)
- Weight (Normal measure: 40 - 120 kg)
- Diastolic pressure / Systolic pressure (Normal measure: 40 - 80 mmHg / 80 - 120 mmHg)
- Oxygen saturation (Normal measure: 95 - 98 %)
- Glucose (Normal measure: 72 - 144 mg/dl)
- EEG Attention / EEG Meditation (Normal measure: 30 - 50 % / 30 - 50 %)

Рисунок 11 - Общий режим веб-сервера

MySignals DEMO MODE Updates Devices Members Departments Account Settings Demo User (600...) [User Icon]

Galvanic Skin Response Jacinthe Auferhar

0h 1h 2h 3h 4h 5h 6h 7h 8h 9h 10h 11h 12h 13h 14h 15h 16h 17h 18h 19h 20h 21h 22h 23h
 0

LIVE Wednesday, 7 February 2018 13:40 10 minutes

SPM (100000) (uS) (120)

Conductance Resistance

1:41 pm 1:42 pm 1:43 pm 1:44 pm 1:45 pm 1:46 pm 1:47 pm 1:48 pm 1:49 pm 1:50 pm

Feb 2018

SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
26	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28			

Wednesday, 7 February 2018 13:40

Conductance
 Resistance

LAST MEASUREMENTS

© Libellum Comunicaciones Distribuidas S.L.

Рисунок 12 – Детальный режим веб-сервера

Вы можете изменить интервал, который настраивает MySignals для отправки данных на сервер. Введите значение в секундах. MySignals будет отправлять данные на сервер, как он настроен.



Рис. 13 – Режим настройки WiFi

5 ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

5.1 Цели и задачи лабораторных исследований

Дидактические цели: приобретение опыта применения научных методов познания, наблюдения биологических явлений, проведения опытов, экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых приборов.

Ожидаемые результаты обучения. В результате выполнения лабораторного исследования обучающиеся должны:

Знать: историю открытия, развития и применения КГР в психологии, современное состояние, функциональное назначение и принципы работы основных узлов медицинских приборов, основанных на этом эффекте.

Уметь: распознавать, описывать и анализировать стрессовые реакции организма, используя биологические законы и закономерности, анализировать, оптимизировать и прогнозировать работоспособность датчиков, микроэлектронных и нанoeлектронных сенсоров, биомедицинских приборов;

Владеть: приёмами построения биологических моделей, поиска и формулировки доказательств выдвинутых гипотез и теоретических выводов на основе эмпирически установленных фактов; навыками математической обработки сигналов медицинских приборов, аппаратов и систем, датчиков и сенсоров; способностью оценивать достоверность результатов измерений биомедицинских сигналов.

5.2 Оборудование и ресурсы, необходимые для исследований

Таблица 1 - Измерительные приборы и оборудование:

№	Наименование	Количество
1	Источник внешнего воздействия: свет/звук/температура	1
2	Датчик КГР	1
3	Многофункциональная электронная платформа MySignals	1

Таблица 2 - Дополнительное оборудование и ресурсы:

1	Светильник настольный со сменной лампой накаливания	1
2	Лампы накаливания мощностью от 15Вт до 75Вт	5
3	Электрический звонок с регулируемым уровнем громкости	1
4	Интернет, Wi-Fi	

5.3 План лабораторных исследований

- Этап подготовительный. *Сбор информации по темам:* Стресс как адаптивная реакция организма; Кожно-гальваническая реакция; Электродермальная активность кожи; Метод И.Р. Тарханова; Оборонительные, эмоциональные, ориентировочные реакции, связанные с симпатической иннервацией; Особенности строения кожи, процесс потоотделения; Электродермальная активность как показатель стрессовой напряженности организма. *Анализ подобранной информации. Подготовка к ответам на контрольные вопросы.*

- Лабораторное исследование 1. *Изучение зависимости величины КГР от уровня внешних раздражителей (свет, звук).*

- Лабораторное исследование 2. *Исследование процесса решения интеллектуальной задачи (физической нагрузки) при помощи показателей КГР.*

- Обработка полученных экспериментальных данных, оформление отчета.
- Защита лабораторной работы.

5.4 Порядок выполнения лабораторных исследований

5.4.1 Лабораторное исследование № 1

Тема: Изучение зависимости величины КГР от уровня внешних раздражителей (свет)

Цель работы: *Изучить зависимости величины КГР от уровня светового внешнего раздражителя*

Лабораторное оборудование и материалы:

1. Датчики температуры, уровня звука, освещенности,
2. Датчик КГР,
3. Регистратор данных (MySignals),
4. Компьютер,
5. Лампы накаливания.



Рисунок 14 – Экспериментальная установка

Ход работы.

1. Подготовьте датчик КГР и освещенности к работе и соберите установку для эксперимента.

2. При помощи штатива закрепляем датчик освещенности на уровне глаз испытуемого на расстоянии 10 сантиметров. Датчик должен быть повернут измерителем к лампам.

3. Протрите указательный и средний пальцы нерабочей руки влажной гигиенической нетканой салфеткой. Закрепите датчик КГР на этих пальцах при помощи «липучки».

4. Измерьте КГР у испытуемого в покое. Фиксируйте естественную освещенность и КГР одновременно. Наблюдайте за значением КГР 1-2мин.

5. Неожиданно для испытуемого включите свет одной из ламп на 1-2 секунды. Наблюдайте за значением КГР 1 - 2мин, пока она не перестанет изменяться.

6. Запишите в табл. 3 результаты измерения.

7. Повторите измерения, включив другую лампу неожиданно для испытуемого. Наблюдайте за значением КГР 1-2мин, пока она не перестанет изменяться.

8. Повторите измерения (можно включать две лампы одновременно).

9. Сделайте выводы, обратив внимание на одновременность увеличения освещенности и скачок КГР и на соотношение между уровнем освещенности приходящего сигнала и величиной и площадью зубца КГР.

Таблица 3 – Результаты лабораторных исследований №1

№ измер	Испытуемый дата	Величина освещенности в лк	Значение КГР в покое мВ	Значение КГР всплеск мВ	Отношение (5/4), %
1	2	3	4	5	6

5.4.2 Лабораторное исследование № 2

Тема: Исследование процесса решения задач при помощи показателей КГР

Примечание: Учеными доказана возможность объективной регистрации акта (момента) догадки в мыслительном процессе по показателям КГР.

Цель работы: *определить зависимость между показателями КГР и психоэмоциональным состоянием человека.*

Лабораторное оборудование и материалы:

1. Регистратор данных (MySignals),
2. Датчик КГР,
3. Диктофон,
4. Песочные часы,
5. Сборник задач по физике.

Ход работы.

1. Протрите указательный и средний пальцы нерабочей руки влажной гигиенической нетканой салфеткой. Закрепите датчик напряжения на этих пальцах при помощи «липучки».
2. Предложите испытуемому задачу для решения на известную ему тему для устного обсуждения и решения (уровня знать, понимать, применять).
3. Предупредите испытуемого, что он ограничен во времени (5 мин). Включаем таймер или переворачиваем песочные часы, чтобы испытуемый видел ход времени.
4. Просим испытуемого рассуждать вслух или комментировать процесс решения.
5. Одновременно включаем датчик КГР и диктофон и фиксируем изменения КГР.
6. Наблюдайте, как соотносится процесс решения задачи и «всплески» кривой КГР.
7. Усложните задачу на этот же учебный материал (уровень анализа, оценки, синтеза)
8. Одновременно включаем датчик КГР и диктофон и фиксируем изменения КГР (напряжение).
9. Наблюдайте, как соотносится процесс решения задачи и «всплески» кривой КГР.
10. Сравнить полученные результаты, особенно в случаях, когда задача решена успешно и когда не решена. Сделайте выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Стресс как адаптивная реакция организма: охарактеризовать, привести примеры.
2. Электродермальная активность кожи. Методы И.Р. Тарханова, Фере.
- 3.Связь оборонительных, эмоциональных, ориентировочных реакций с симпатической иннервацией.
4. Особенности строения кожи. Процесс потоотделения.
5. ЭДА (электродермальная активность) как показатель стрессовой напряжённости организма.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Медицинская и биологическая физика: учеб. для вузов / А.Н. Ремизов. – 4 изд., испр. и перераб. – М. Дрофа, 2012. – 648 с.
2. Еханин С.Г. Основы медицинской электроники: учеб. пособие. – Томск, ТУСУР. – 2012 . – 102 с.: [Электронный ресурс].- режим доступа: edu.tusur.ru/training/publications/1411
3. Аналитические исследования в медицине, биологии и экологии: Учебное пособие для вузов / Е.П. Попечителей, О.Н. Старцева. - М.: Высшая школа, 2003. - 278[2] с.