



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015111784, 31.03.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
31.03.2015Дата регистрации:  
28.08.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.03.2015

(43) Дата публикации заявки: 20.10.2016 Бюл. № 29

(45) Опубликовано: 28.08.2017 Бюл. № 25

Адрес для переписки:

194223, Санкт-Петербург, пр-кт М. Тореза, 68,  
ООО "Многопрофильное предприятие "Элсис",  
Минкин Виктор Альбертович

(72) Автор(ы):

Минкин Виктор Альбертович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью  
"Многопрофильное предприятие "Элсис"  
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2510238 C2, 27.03.2014. US  
6143583 A, 07.11.2000. МИНКИН В. А.  
Телевизионная биометрия. Синхронность  
физиологических процессов как признак  
биологической совместимости. Труды 20-ой  
Международной научно-технической  
конференции "Современное телевидение и  
радиоэлектроника", М., 2012.  
Многопрофильное предприятие "ЭЛСИС".  
Система контроля (см. прод.)

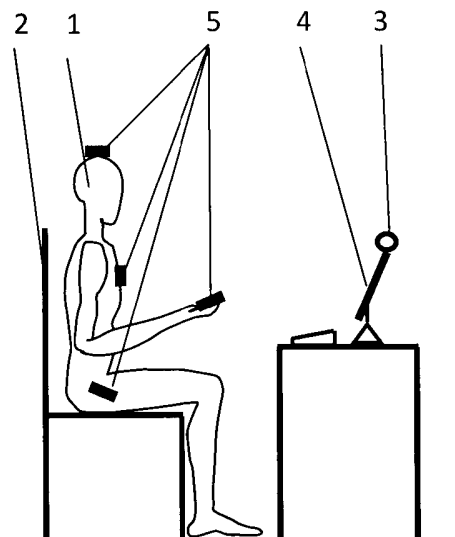
(54) Способ получения информации о психофизиологическом состоянии человека

(57) Реферат:

Изобретение относится к областям биометрии, психофизиологии, функциональной диагностики, электроники и может быть использовано для получения информации о психофизиологических, психосоматических и физиологических характеристиках человека, контроля эмоционального состояния, осуществления функциональной диагностики человека и животных, а также проведения психологических и психофизиологических тестирований. Осуществляют измерение характеристик психофизиологической реакции человека с помощью микроэлектромеханических датчиков измерения параметров движения, расположенных в устройстве мобильного телефона, имеющего непосредственный или косвенный механический контакт с телом человека. В качестве наиболее информативного параметра движения выбирают скорость движения и получают временную зависимость параметров скорости движения от микроэлектромеханических датчиков мобильного телефона. Для вычисления параметров психофизиологического состояния на основе

измерения микродвижений частей тела человека анализируют соотношение высоких и низких частот в полученной временной зависимости параметров скорости движения с микроэлектромеханических датчиков измерения параметров движения. Для получения информации о психофизиологическом состоянии человека, данные о параметрах скорости движения человека, полученные с микроэлектромеханических датчиков мобильного телефона, синхронизируют с данными обработки виброизображения - скорости перемещения головы человека, получаемыми с телевизионной камеры. Вычисляют отношение между текущим значением сигнала виброизображения и текущим значением сигнала с микроэлектромеханических датчиков измерения параметров движения. Способ позволяет повысить точность измерения параметров психофизиологического состояния человека за счет анализа параметров перемещения и двигательной активности объекта.

5 ил., 1 пр.



Фиг.1

(56) (продолжение):

психоэмоционального состояния человека (Система виброизображения). Руководство по эксплуатации. СПб, 2010. YOUANCHAO MA et al. Daily Mood Assessment based on Mobile Phone Sensing. Ninth International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks, 2012, P. 142-145.

RU 2 6 2 9 2 4 7 C 2

C 2 7 4 2 2 9 2 6 2 9 2 RU



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2015111784, 31.03.2015**(24) Effective date for property rights:  
**31.03.2015**Registration date:  
**28.08.2017**

Priority:

(22) Date of filing: **31.03.2015**(43) Application published: **20.10.2016** Bull. № 29(45) Date of publication: **28.08.2017** Bull. № 25

Mail address:

**194223, Sankt-Peterburg, pr-kt M. Toreza, 68, OOO  
"Mnogoprofilnoe predpriyatie "Elsis", Minkin  
Viktor Albertovich**

(72) Inventor(s):

**Minkin Viktor Albertovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu  
"Mnogoprofilnoe predpriyatie "Elsis" (RU)**(54) **METHOD OF OBTAINING INFORMATION ON PSYCHOPHYSIOLOGICAL HUMAN STATUS**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: measurement of the characteristics of a human psycho-physiological reaction is carried out with the help of microelectromechanical motion sensors located in a mobile phone device that has direct or indirect mechanical contact with the human body. As the most informative parameter of motion, the speed of movement is selected and the time dependence of the speed parameters is obtained from the microelectromechanical sensors of the mobile phone. To calculate the parameters of the psychophysiological state on the basis of the measurement of micromotions of the human body parts, the ratio of high and low frequencies in the obtained time dependence of the speed parameters from microelectromechanical motion

measurement sensors is analyzed. To obtain information about the human psychophysiological state, data on the human speed parameters obtained from the microelectromechanical sensors of the mobile phone are synchronized with the vibraimage processing data-the speed of moving the human head received from the television camera. The ratio between the current value of the vibraimage signal and the current value of the signal from the microelectromechanical motion measurement sensors is calculated.

EFFECT: method allows to increase the accuracy of measuring the parameters of a human psychophysiological state by analyzing the parameters of movement and motor activity of the object.

5 dwg, 1 ex

R U 2 6 2 9 2 4 7 C 2

C 2 7 4 2 6 2 9 2 4 7 R U



### Область техники

Изобретение относится к областям биометрии, психофизиологии, функциональной диагностики, электроники и может быть использовано для получения информации о психофизиологических, психосоматических и физиологических характеристиках человека, контроля эмоционального состояния, осуществления функциональной диагностики человека и животных, а также проведения психологических и психофизиологических тестирований.

### Уровень техники

Современные методы получения психофизиологической или психосоматической информации о человеке можно условно разделить на контактные и бесконтактные по принципу расположения используемых датчиков. Исторически контактные методы получения психофизиологических данных техническими средствами развивались с опережением бесконтактных методов и, прежде всего, разрабатывались для осуществления психофизиологической детекции лжи, при этом контактный датчик всегда контактировал непосредственно с поверхностью тела человека. Классический детектор лжи или полиграф включает в себя несколько каналов получения психофизиологических данных. Для регистрации данных обычно используются контактные датчики регистрации следующих физиологических процессов [1, 2]:

- дыхание (пневмограмма);
- кожно-гальваническая реакция (КГР или реограмма);
- сердечно-сосудистая деятельность (пульс или частота сердечных сокращений ЧСС);
- сердечно-сосудистая деятельность (артериальное давление АД).

В настоящее время существует множество теорий, пытающихся объяснить связь физиологических процессов с психическими процессами, однако, само наличие этой связи не вызывает сомнений [1, 2]. Несмотря на то что открытие полиграфа произошло в далеком 1921 году студентом медиком Калифорнийского университета в Беркли Джоном Ларсеном [3], до настоящего времени предпринимаются постоянные попытки повысить информативность считывания психофизиологической информации с человека.

Другая группа методов получения бесконтактной информации о психофизиологическом состоянии была основана, на наблюдении мимики и движений человека. Научные основы практической реализации этих методов были заложены в работах И.М. Сеченова [4] и Чарльза Дарвина [5]. Возможность технической реализации этих методов на практике появилась с развитием телевизионной и компьютерной техники [1, 2]. Алгоритмическое преобразование работы Дарвина получило продолжение в современных работах по алгоритмическому анализу мимики [6, 7].

Психофизиологическое осмысление двигательной активности было реализовано в технологии виброизображения [8, 9].

Основной задачей повышения информативности психофизиологического канала является повышение уровня корреляции измеряемого физиологического процесса с деятельностью автономной нервной системы и активностью мозга человека. Основным ограничением по применению физиологического канала для психофизиологических тестирований является низкий уровень помехозащищенности используемого метода считывания сигнала. С технической точки зрения повышение информативности считываемого психофизиологического сигнала связано с повышением отношения сигнал-шум и увеличением динамического диапазона измеряемого параметра.

Например, контактный метод считывания и обработки электроэнцефалограмм для получения психофизиологической информации [10, 11] отличается достаточно высокой степенью контроля мозговой активности, однако, требует лабораторных условий

применения из-за низкой помехозащищенности, что существенно ограничивает его применение.

Известны методы контроля двигательной активности человека с помощью датчиков ускорения, жестко закрепляемых к определенным местам тела человека [12, 13]. Эти  
 5 методы обычно используются в медицине для контроля двигательной активности пациентов, но они не предназначены для получения психофизиологической информации, так как основной задачей таких методов является контроль макродвижений, связанных с общими затратами энергии на физиологические процессы в организме, но макродвижения не имеют прямой связи с психофизиологическими процессами.

10 Существуют методы бесконтактного получения и обработки голосовой информации для анализа эмоционального состояния человека [14, 15], которые относительно устойчивы к различным помехам, однако имеют низкую информативную связь с работой автономной нервной системы и отличаются высокой вероятностью ошибок, что так же ограничивает их применение.

15 Известен способ получения психофизиологической информации о человеке, включающий измерение характеристик двигательной активности человека, последующую обработку указанных характеристик и получение информации о психофизиологическом состоянии живого объекта на основании результатов обработки характеристик двигательной активности, в котором двигательную активность измеряют  
 20 по телевизионному сигналу перемещения головы живого объекта, производят обработку данного сигнала, включающую в себя преобразование количественных параметров пространственного и временного распределения движения головы живого объекта в информационно-статистические параметры, затем получают информацию о психофизиологическом состоянии живого объекта на основании преобразования  
 25 указанных информационно-статистических параметров виброизображения в приведенные количественные характеристики психофизиологического состояния живого объекта.

Данный способ [16] взят нами за прототип. Прототип позволяет получать информацию о психофизиологическом состоянии человека, считывая микроперемещения  
 30 головы человека с помощью телевизионного сканирования, преобразуя видео изображения в виброизображение и получая информационно-статистические психофизиологические параметры. Вестибулярный аппарат и вестибулярная система отвечают за функцию поддержания механического равновесия и управляют микроперемещениями головы. Вестибулярная система человека функционально жестко  
 35 связана с работой всех других физиологических систем человека, поэтому ее использование является наиболее информативным при анализе психофизиологической информации [17]. Прототип автоматически и с высокой степенью объективности регистрирует информацию о двигательной активности человека, преобразуя ее с помощью математических формул в числовые психофизиологические параметры,  
 40 характеризующие функциональное и эмоциональное состояние человека. Однако данный способ относится к бесконтактным телевизионным методам, он достаточно чувствителен к освещенности исследуемого объекта и требует существенной процессорной мощности для обработки матричных видео сигналов. Любое изменение освещенности воспринимается как вибрация объекта, а при отсутствии освещенности  
 45 данный метод не может работать. Кроме того, прототип требует жесткой механической стабилизации телевизионной камеры, что также сужает возможности его использования.

Сущность изобретения

Технический результат заключается в упрощении, повышении точности и надежности

способа измерения параметров психофизиологического состояния человека.

Задача решается тем, что применяют способ получения информации о психофизиологическом состоянии человека, заключающийся в том, что измерение характеристик психофизиологической реакции человека осуществляют с помощью как минимум одного датчика измерения параметров движения, расположенного в устройстве измерения параметров движения, имеющем непосредственный или косвенный механический контакт с телом человека, причем в качестве наиболее информативного параметра выбирают скорость движения.

В следующем варианте изобретения в качестве устройства измерения параметров движения используют мобильный телефон или другое процессорное устройство, в качестве датчика измерения параметров движения используют расположенные в мобильном телефоне собственные микроэлектромеханические датчики, а анализ психофизиологического или функционального состояния человека осуществляют процессором мобильного телефона с помощью соответствующего программного обеспечения.

В следующем варианте изобретения получают временную зависимость параметров скорости движения с микроэлектромеханических датчиков мобильного телефона, а для вычисления параметров психофизиологического или функционального состояния на основе измерения движений части тела человека анализируют соотношение высоких и низких частот в полученной временной зависимости параметров скорости движения с указанных микроэлектромеханических датчиков.

В следующем варианте изобретения для получения информации о психофизиологическом состоянии человека при вычислении параметров психофизиологического или функционального состояния, данные о параметрах скорости движения человека, полученные с микроэлектромеханических датчиков мобильного телефона, синхронизируют с данными обработки виброизображения указанного человека, получаемыми с телевизионной камеры мобильного телефона, а для получения скорректированного сигнала виброизображения находят отношение между текущим значением сигнала виброизображения и текущим значением сигнала с указанного микроэлектромеханического датчика.

С помощью заявленного способа непосредственно анализируют физические характеристики перемещения и двигательной активности объекта без дополнительных преобразований свет-сигнал, что позволяет повысить точность определения двигательной активности человека и параметров работы вестибулярной системы. Так как основные параметры механического движения (перемещение, скорость, ускорение) связаны между собой простейшими дифференциальными зависимостями [18], то наличие одного из указанных параметров позволяет с высокой точностью вычислять все параметры движения при обработке данных с устройства измерения параметров движения. При этом было установлено, что непосредственный контакт датчика измерения параметров движения с телом человека не требуется и для получения информации о психофизиологическом состоянии достаточно расположить датчик внутри компактного устройства измерения. Параметр скорости движения показал наибольшую психофизиологическую информативность среди всех параметров движения, что было несколько неожиданно, так как большинство исследований затрат двигательной энергии у человека основано на расчете ускорения [12, 13].

Известно, что зависимость микродвижений от психофизиологического состояния характеризуется вестибулярно-эмоциональным рефлексом [19, 20]. Вестибулярный аппарат человека в трехмерных осях с помощью специальных рецепторов [21]

анализирует минимальное отклонение от равновесия любой части тела и рефлекторно управляет мышцами тела для совершения движения в направлении, обратном неравновесному перемещению. Практически идентичное вестибулярному аппарату устройство имеют современные твердотельные датчики параметров движения (акселерометр, датчик вибрации, гироскоп), получившие названия МЭМС (микроэлектромеханические системы) [22, 23]. В современных датчиках движения измеряется ускорение, угол или перемещение, обычно по трем взаимно перпендикулярным осям и с помощью технических средств, данные преобразуются в независимые электрические сигналы по каждому направлению движения [24]. Таким образом, получается, что практически каждый мобильный телефон содержит несколько датчиков с функциями, аналогичными вестибулярному аппарату человека, а значит, они могут быть использованы для контроля психофизиологического состояния человека, если перемещения мобильного телефона повторяют движения человека. До настоящего времени использование датчиков МЭМС в мобильных телефонах решало технические задачи управления мобильным телефоном, например, для поворота экрана или игровых приложений [25, 26]. Относительно близким к определению психофизиологических параметров можно считать использование информации МЭМС датчиков для расчета количества шагов пользователя мобильного устройства по периодическому изменению сигнала акселерометров [27] или расчета потребляемых калорий [28, 29].

Ключевой проблемой психофизиологической информативности сигналов с датчиков, расположенных в мобильных устройствах, является произвольное расположение микроэлектромеханических датчиков относительно тела человека. В технологии виброизображения [8, 9] не случайно используется контроль за перемещением головы человека, так как голова человека в силу вертикального расположения скелета и законов биомеханики является идеальным объектом, перемещения которого отражают все движения тела человека. Расположение телефона в кармане брюк или рубашки отражает в первую очередь движение частей тела, имеющих контакт с мобильным устройством.

Существующий в настоящее время технический подход к установке механических датчиков (ускорения, перемещения, вибрации) требует жесткого механического контакта при присоединении датчика к объекту исследования. Естественным было считать, что расположение мобильного устройства в произвольном месте одежды человека не обеспечивает требуемого жесткого механического контакта с телом человека и произвольное место контакта с телом не обеспечит информативность двигательной активности.

Однако автору удалось экспериментальным образом доказать, что отсутствие прямого механического контакта и произвольное расположение на теле не мешает получению информационно-статистических психофизиологических сигналов от датчиков движения, например, микроэлектромеханических датчиков, установленных в стандартных мобильных устройствах, если в качестве информационного сигнала используется скорость, которая позволяет контролировать микродвижения. Причина этого, прежде всего, в том, что для психофизиологических сигналов основная информативность заключается не в мгновенном значении сигнала измеряемой физической величины (которое в произвольном месте контакта с телом может запаздывать и не совпадать с движениями головы), а в получении данных интегрального значения статистического параметра, отражающего временную зависимость указанной физической величины. Кроме того, было экспериментально установлено, что характер движения и скорость микродвижений различных частей тела человека зависят от его психофизиологического состояния и мало зависят от самой двигательной активности



или макро движений. В активных психофизиологических состояниях с повышенными уровнями агрессии, стресса и тревожности характер микро движений (с механической точки зрения - вибраций) всего тела определяется психофизиологическими процессами, и движения плеч, груди, таза имеют высокую степень корреляции с микродвижениями

5 головы. При этом в пассивных психофизиологических состояниях, когда движения тела определяются только физиологическими процессами, эта корреляция пропадает. В связи с этим, техническое решение является новым, неочевидным из уровня техники для среднего специалиста, а так же промышленно применимым, поэтому изобретение соответствует критериям патентоспособности и может быть защищено патентом.

10 Предлагаемый способ позволяет использовать сигналы датчиков движения, в том числе, МЭМС стандартных мобильных устройств, для анализа психофизиологического состояния человека - держателя данного мобильного устройства, причем анализ психофизиологического состояния человека может осуществляться как на самом мобильном устройстве, так и на другом процессоре, соединенном с указанным

15 мобильным устройством с помощью стандартных беспроводных интерфейсов, например, Wi-Fi или Bluetooth. Причем информативность психофизиологической информации определяется не местом расположения датчика движения на теле человека и способом касания к телу, а точностью преобразования скорости движения в самом средстве измерения и методом обработки информационных сигналов [16, 30].

20 Перечень чертежей

На фиг. 1 приведена схема получения информации о психофизиологическом состоянии человека с помощью контактных средств измерения параметров движения и бесконтактного метода виброизображения.

На фиг. 2 (а, б) приведены зависимости параметров, определяемые контактным датчиком движения и бесконтактным методом виброизображения для человека,

25 находящегося в активном психофизиологическом состоянии. Фиг. 2а - зависимость указанных параметров от времени, фиг. 2б - корреляция указанных параметров между собой.

На фиг. 3 (а, б) приведены зависимости параметров, определяемые контактным датчиком движения и бесконтактным методом виброизображения для человека,

30 находящегося в пассивном психофизиологическом состоянии. Фиг. 3а - зависимость указанных параметров от времени, фиг. 3б - корреляция указанных параметров между собой.

Описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения

35 Рассмотрим пример предлагаемого изобретения, в котором получение информации о психофизиологическом состоянии человека осуществляют от различных устройств измерения параметров движения. Характеристики двигательной активности человека определяют как с помощью контроля видеоизображения внешней камерой (технологией виброизображения), так и с помощью устройства измерения параметров движения,

40 выполненного на основе мобильного телефона Samsung S4 (контактный метод определения параметров движения), на котором установлена операционная система Андроид 4.3. Сигналы с МЭМС датчиков мобильного телефона [31] обрабатываются с помощью программы виброизображения Vibraimage 8.1, производства предприятия Элсис, СПб [32]. Программа виброизображения позволяет визуализировать,

45 обрабатывать и определять корреляцию между параметрами виброизображения (в том числе психофизиологическими параметрами человека, определяемыми технологией виброизображения) и сигналами, получаемыми от внешних устройств. В том числе программа Vibraimage 8.1 позволяет анализировать сигналы МЭМС датчиков

мобильного телефона, передаваемые через Wi-Fi интерфейс с помощью стандартных средств ОС Андроид [31]. Программа по передаче данных с датчиков МЭМС мобильного телефона [31] была предварительно записана и запущена на мобильном телефоне, с которым проводилось тестирование. Испытуемый 2 (фиг. 1) сидит на стуле 1 (фиг. 1) перед телевизионной камерой 5 (фиг. 1), расположенной на мониторе компьютера 4 (фиг. 1), а мобильный телефон располагают на различных местах тела испытуемого человека, в соответствии с положениями 3 (фиг. 1).

Для подтверждения психофизиологической информативности сигналов, получаемых с датчиков МЭМС, рассмотрим визуальные данные сигналов на экране компьютера в программном интерфейсе программы Vibraimage 8.1. В качестве базовых информативных сигналов на фиг. 2 показаны также быстрые сигналы частоты виброизображения F1 (определяемые телевизионной камерой по технологии виброизображения) и сигнал V (определяемый как суммарный вектор скорости движения с датчика МЭМС акселерометра мобильного телефона). Вначале расположим мобильный телефон на голове испытуемого человека. В этом случае, одна физическая величина, а именно, измеряемая скорость движения при перемещении головы человека измеряется двумя различными методами, методом виброизображения и акселерометром МЭМС. Программа виброизображения обрабатывает эти сигналы и определяет высокую степень корреляции между ними вне зависимости от психофизиологического состояния испытуемого человека. Этот результат не вызывает удивления, так как, если оба сигнала измерены корректно, то они и должны быть жестко взаимосвязаны.

Рассмотрим, что происходит, когда мы перенесем телефон с головы испытуемого человека в другое место, например в нагрудный карман рубашки. В этом случае, происходит измерение разных физических величин, камера по-прежнему направлена на голову человека и измеряет скорость перемещение головы, а находящийся в кармане рубашки телефон измеряет скорость перемещения рубашки на груди испытуемого. Однако, и в этом случае заметна значительная степень корреляции между указанными параметрами (F1 и V), когда человек находится в активном рабочем состоянии. Под активным рабочим функциональным состоянием понимается психофизиологическое состояние человека, при котором расход энергии составляет не менее 3 ккал/минуту [28, 29] и определяется не только физиологическими процессами, но и активной психической или эмоциональной деятельностью. В приведенном примере указанный расход энергии и обмен веществ (метаболизм) определяется не только физиологическими процессами в организме, но и психофизиологическими процессами, так как известно, что расход энергии на физиологические процессы спокойно сидящего человека не превышает 2 ккал/мин [28, 29].

На фиг. 2а приведены временные зависимости сигналов F1 и V для испытуемого в активном функциональном состоянии, у которого телефон находится в кармане рубашки. При этом, первая часть временной зависимости показана для состояния с минимальной двигательной активностью (без макро движений), что однако не означает, что испытуемый находится в пассивном состоянии. Левая часть графика практически не отличается от правой части по расходу энергии испытуемым, отличие состоит лишь в том, что в левой части графика испытуемый совершает только микродвижения, а в правой части графика (после 9-й секунды) совершает и макродвижения. Даже визуально видно, что оба сигнала имеют высокую степень корреляции, что подтверждается и числовым расчетом программы виброизображения, показывающим коэффициент корреляции Пирсона примерно 0,95 для этих кривых. Корреляционная зависимость значений F1 и V приведена на фиг. 2б. Интересно заметить, что для двух указанных

психофизиологических состояний (микродвижения и макродвижения) практически не изменяется степень корреляции между параметрами вибрации головы и груди человека. Аналогичная зависимость между этими сигналами наблюдалась при перемещении мобильного телефона в различные карманы одежды испытуемого.

5 Сходная зависимость между сигналами, полученными технологией виброизображения и устройством измерения параметров движения, наблюдается не только для первичных сигналов с датчиков движения, но и для информационно-статистических сигналов для активного психофизиологического состояния [16]. Например, когда в качестве сигнала, используемого для сравнения, берется показатель тревожности  $T$ , определяемый  
10 технологией виброизображения как соотношение высоких и низких частот в спектре высокочастотных сигналов виброизображения [16]. Наибольшую корреляцию с показателем тревожности, рассчитанным на основе виброизображения, имеют сигналы, рассчитанные аналогичным образом, но на основе спектра, полученного от скорости движения с датчиков акселерометра и гироскопа мобильного телефона. При этом эта  
15 высокая степень корреляции так же слабо зависит от места расположения мобильного телефона, например, на голове человека, в кармане его рубашки или брюк. Даже расположение телефона в руке человека показывает примерно тот же уровень тревожности (что и в одежде), в случае, если человек держит телефон в руке, не совершая при этом значительных движений руками.

20 При этом корреляционные зависимости для человека в пассивном психофизиологическом состоянии (затраты энергии определяются в основном физиологическими процессами) с расходом энергии менее 2 ккал/минуту носят другой характер. При изменении положения мобильного телефона с головы испытуемого человека на любое другое место, характер зависимости движений головы от движений  
25 другой части тела значительно изменяется. На фиг. 3а приведены временные зависимости сигналов  $F1$  и  $V$  для испытуемого в пассивном функциональном состоянии, у которого телефон находится в кармане рубашки. При этом первая часть временной зависимости показана для состояния с минимальной двигательной активностью, что, однако, не означает, что испытуемый находится в пассивном состоянии. Левая часть графика  
30 практически не отличается от правой части по расходу энергии испытуемым, отличие опять состоит лишь в том, что в левой части графика испытуемый совершает только микродвижения, а в правой части графика (после 17-й секунды) совершает и макродвижения. При этом по графикам сложно визуально оценить степень корреляции между указанными параметрами, а система виброизображения показывает достаточно  
35 низкий (менее 0,2) коэффициент корреляции между указанными сигналами.

Корреляционная зависимость значений  $F1$  и  $V$  для пассивного психофизиологического состояния приведена на фиг. 3б. Интересно заметить, что для двух указанных психофизиологических состояний (микродвижения и макродвижения) также практически не изменяется низкая степень корреляции между параметрами вибрации головы и груди  
40 человека, и макродвижения не приводят к ее увеличению. Аналогичная низкая зависимость между этими сигналами наблюдалась при перемещении мобильного телефона в различные карманы испытуемого, находящегося в пассивном состоянии.

Приведенный пример наглядно демонстрирует возможность получения психофизиологической информации об активном психофизиологическом состоянии  
45 человека с помощью датчика измерения параметров движения, расположенного в устройстве, имеющем непосредственный или косвенный механический контакт с телом человека, причем в качестве наиболее информативного параметра выделяют скорость движения. При этом отсутствие корреляции между параметрами движения головы и

тела информативно характеризует пассивное психофизиологическое состояние человека.

В качестве примера повышения точности совместного синхронного измерения параметров движения объекта проведем следующий эксперимент. Определим частоту вибраций объекта стандартным методом технологии виброизображения, с помощью программы Vibraimage 8.1, установленной на мобильный компьютер Microsoft Surface Pro 3 i5 128Gb с ОС Windows 8. В качестве тестового объекта используем перемещение контрастного черно-белого шара на экране монитора другого компьютера, вибрирующего с заданной частотой вибраций 5 Гц. При этом первоначально, механически зафиксируем мобильный компьютер Microsoft Surface PRO собственным фиксатором для обеспечения его механической стабильности. Результат измерения частоты перемещения объекта, в этом случае, будет достаточно близок к задаваемой частоте перемещения и составит  $(5 \pm 0,1)$  Гц. В другом эксперименте, возьмем этот телефон в руку и, примерно, с такого же расстояния направим на экран монитора с тем же вибрирующим контрастным шаром. В этом случае, измеренное значение частоты будет иметь значительно больший разброс результатов и, соответственно, большую погрешность измерений, несмотря на применяемые в этом устройстве известные методы стабилизации видео изображения. Известные методы стабилизации изображения [33, 34, 35, 36] позволяют несколько стабилизировать макродвижения, однако в реальности происходит наложение работы алгоритма стабилизации на микродвижения тела, что дает только увеличение микровибраций камеры и увеличение погрешности виброизображения. Результат измерений составит  $(5 \pm 2)$  Гц. Изменим программу определения частоты вибрации объекта, добавив туда функцию получения сигналов МЭМС датчиков мобильного устройства, синхронизацию этих сигналов с данными обработки виброизображения. Для получения скорректированного сигнала виброизображения находят отношение между текущим значением сигнала виброизображения и текущим значением сигнала с указанного микроэлектромеханического датчика. В этом случае, измеренное модернизированной программой значение частоты вибрации объекта вернется практически к задаваемому значению и составит  $(5 \pm 0,15)$  Гц. Таким образом, проведенный эксперимент доказывает, что синхронизация данных параметров движения, получаемых с датчиков МЭМС и телевизионной камеры, позволяет повышать точность измерения двигательной активности, а следовательно, и точность определения психофизиологического состояния человека.

Указанный пример конкретного выполнения показывает практическую реализуемость изобретения, но реализация способа не ограничивается приведенными примерами. Возможно использование известных технических решений и методов для получения психофизиологической информации о пользователе мобильного устройства и другими методами, например, получением скрытого для пользователя доступа к данным датчиков МЭМС с помощью специальной программы, установленной на указанное мобильное устройство и передающее данные в интернет для их обработки и хранения. Предлагаемый способ может быть так же использован для получения физиологической информации о состоянии здоровья, например, сердечно-сосудистой системы, и мобильное устройство может сигнализировать пользователю в случае нарушения нормального ритма работы сердца.

Использование данных датчиков МЭМС мобильных устройств для получения информации о психофизиологическом и физиологическом состоянии человека отличается простотой, надежностью применения и значительно расширяет области применения мобильных устройств.

## Литература

1. Л.Г. Алексеев. Психофизиология детекции лжи. Методология. М., 2011, 108 с.
2. Молчанов А.Ю., Оглоблин С.И. Инструментальная «детекция лжи». Ньюанс, 2004 г., 464 стр.
3. [https://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Augustus\\_Larson](https://en.wikipedia.org/wiki/John_Augustus_Larson)
4. Сеченов И.М. Элементы мысли. СПб, 2001, 416 с.
5. Чарльз Дарвин. О выражении эмоций у человека и животных. Изд. Питер, 2001.
6. Пол Экман. Психология лжи. Изд. Питер, 2003.
7. A.J. Fridlund, Human facial expression. An evolutionary view. San Diego, CA, Academic Press.
8. RU 2187904, приоритет от 19.12.2000. Способ и устройство преобразования изображения. Минкин В.А. и др.
9. RU 2289310 приоритет от 16.02.2004. Способ получения информации о психофизиологическом состоянии живого объекта.
10. Method for psychophysiological detection of deception through brain function analysis US 10/213,089 Lawrence Farwell.
11. Method and apparatus for brain fingerprinting, measurement, assessment and analysis of brain function, EP 1401330 Lawrence Farwell.
12. A guide to assessing physical activity using accelerometry in cancer patients J.M. Broderick & J. Ryan & D.M. O'Donnell & J. Hussey. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014.
13. Accelerometry analysis of physical activity and sedentary behavior in older adults: a systematic review and data analysis/ E. Gorman & H.M. Hanson & P.H. Yang & K.M. Khan & T. Liu-Ambrose & M.C. Ashe Received: 8 March 2013 /Accepted: 23 August 2013 /Published online: 17 September 2013. # The Author(s) 2013. This article is published with open access at Springerlink.com.
14. Apparatus and methods for detecting emotions. US 6638217 B1, Amir Liberman.
15. Detecting emotions using voice signal analysis. US 7222075, Valery A. Petrushin.
16. Прототип RU 2510238, приоритет от 26.10.09. Способ получения информации о психофизиологическом состоянии живого объекта. Минкин В.А.
17. RU 2515149, Минкин В.А., Бланк М.А., Бланк О.А. Способ скрининг-диагностики рака простаты. Приоритет от 06.02.2012.
18. Электрические измерения неэлектрических величин. Изд. 5-е / Под редакцией П.В. Новицкого. Л., Энергия, 1975.
19. Конрад Лоренц. «Агрессия». Издательская группа Прогресс.
20. Применение технологии виброизображения для медицинской диагностики. М.А. Бланк, О.А. Бланк, В.В. Мережин, В.А. Минкин, Д.Е. Киселев.
21. Г. Тамар. «Основы сенсорной физиологии». Изд. Мир, Москва, 1976.
22. Способ изготовления микромеханического инерциального чувствительного элемента емкостного типа (Патент RU 2207658). Мокров Е.А. и др.
23. Dissolved wafer fabrication process and associated microelectromechanical device having a support substrate with spacing mesas. US 6143583. Ken Maxwell Hays.
24. Method of manufacturing a vibrating structure gyroscope US 6471883 Christopher P Fell.
25. Game drum having micro electrical mechanical system pressure sensing module. US 8287376 Hai Lan et al.
26. Operating apparatus for game machine. US 7479064 B2 Noboru Wakitani и др.
27. Robust step detection using low cost mems accelerometer in mobile applications, and processing methods, apparatus and systems. US 20130090881, Jayawardan Janardhanan et al.
28. Ceaser, Tyrone Gene, The Estimation of Caloric Expenditure Using Three Triaxial

Accelerometers. PhD diss., University of Tennessee, 2012.

29. J. Kate Lyden · Sarah L. Kozey · John W. Staudenmeyer · Patty S. Freedson, A comprehensive evaluation of commonly used accelerometer energy expenditure and MET prediction equations, Eur J Appl Physiol (2011) 111:187-201.

5 30. П.В. Новицкий, И.А. Зограф. Оценка погрешности результатов измерений. Л., Энергоатомиздат, 1991.

31. Sensors Overview. Публикации Google, февраль 2015 г.

[http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors\\_overview.html](http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview.html)

32. Описание системы контроля психоэмоционального состояния человека Vibraimage

10 8 PRO, публикации ЭЛСИС,

[http://www.psymaker.com/downloads/VI8\\_1ManualRus.pdf](http://www.psymaker.com/downloads/VI8_1ManualRus.pdf)

33. RU 2384967 Цыцулин Александр Константинович (RU), Фахми Шакиб Субхиевич (RU), Переспелов Анатолий Витальевич (RU). Способ стабилизации изображения.

34. US 8,896,713 B2. Motion-based video stabilization Brandon Corey et al.

15 35. US 8,159,541 B2. Image stabilization method and apparatus, Stuart McLend.

36. US 2011/0234825. Accelerometer/gyro-facilitated Video Stabilization, Y11X1I1 LIU et al.

#### (57) Формула изобретения

20 Способ получения информации о психофизиологическом состоянии человека, заключающийся в том, что измерение характеристик психофизиологической реакции человека осуществляют с помощью микроэлектромеханических датчиков измерения параметров движения, расположенных в устройстве мобильного телефона, имеющего непосредственный или косвенный механический контакт с телом человека, причем в

25 качестве наиболее информативного параметра движения выбирают скорость движения и получают временную зависимость параметров скорости движения от микроэлектромеханических датчиков мобильного телефона, для вычисления параметров психофизиологического состояния на основе измерения микродвижений частей тела человека анализируют соотношение высоких и низких частот в полученной временной

30 зависимости параметров скорости движения с микроэлектромеханических датчиков измерения параметров движения, а для получения информации о психофизиологическом состоянии человека данные о параметрах скорости движения человека, полученные с микроэлектромеханических датчиков мобильного телефона, синхронизируют с данными

35 обработки виброизображения - скорости перемещения головы человека, получаемыми с телевизионной камеры, и вычисляют отношение между текущим значением сигнала виброизображения и текущим значением сигнала с микроэлектромеханических датчиков измерения параметров движения.

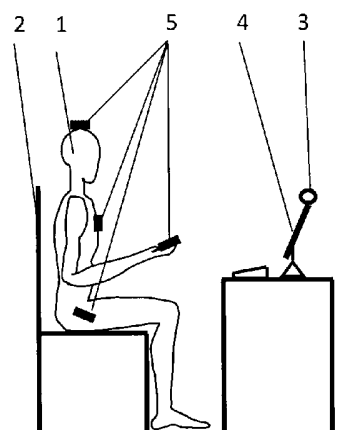
40

45

1

1

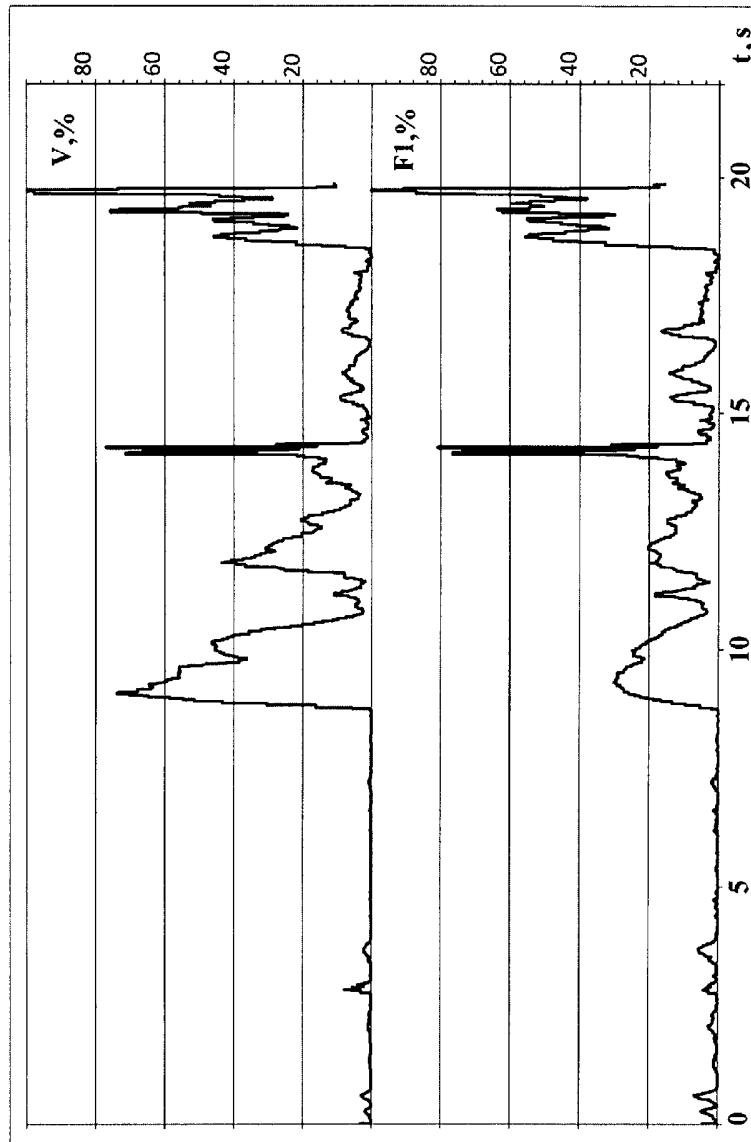
Способ получения информации о  
психофизиологическом состоянии  
человека



Фиг.1

2

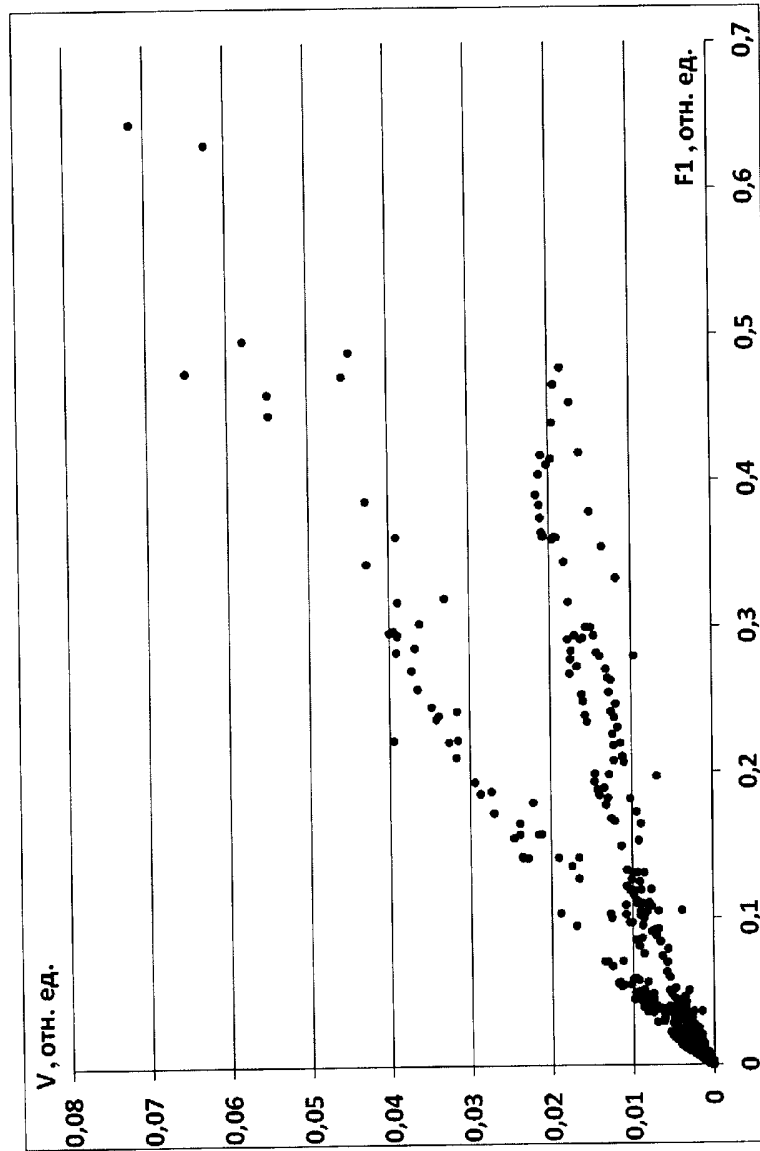
Способ получения информации о  
психофизиологическом состоянии  
человека



Фиг. 2а

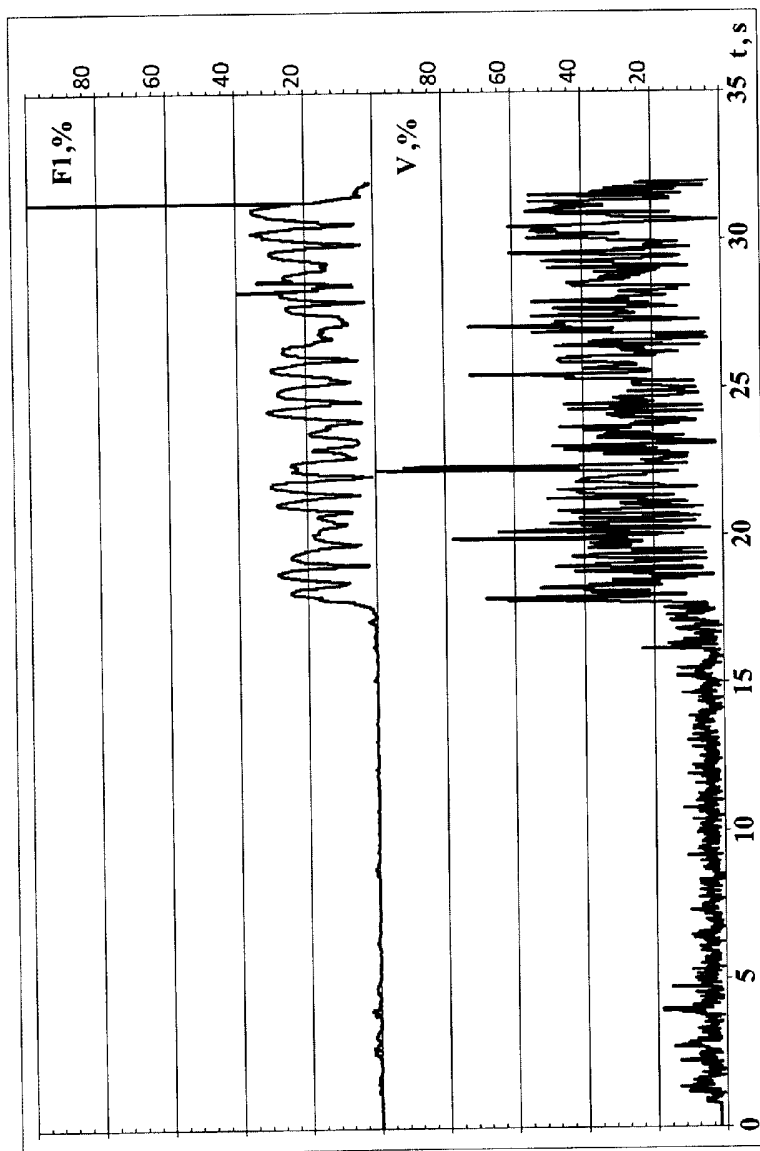


Способ получения информации о  
психофизиологическом состоянии  
человека



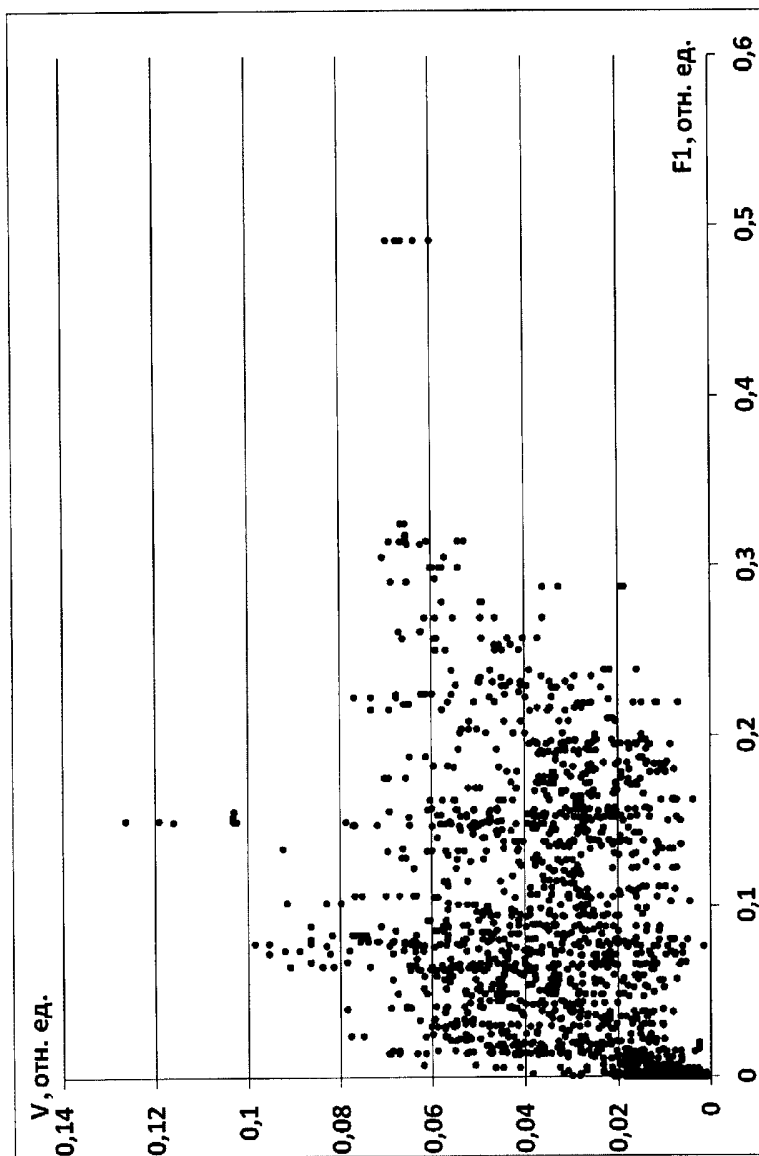
Фиг. 2б

Способ получения информации о  
психофизиологическом состоянии  
человека



Фиг.3а

Способ получения информации о  
психофизиологическом состоянии  
человека



Фиг.36