



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 199 943** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **A 61 B 5/02**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2001105097/14, 16.02.2001

(24) Дата начала действия патента: 16.02.2001

(46) Дата публикации: 10.03.2003

(56) Ссылки: RU 2118122 C1, 27.08.1998. RU 2154301 C2, 10.08.2000. US 5719950 A, 17.02.1998. RU 2118119 C1, 27.08.1998. RU 2031625 C1, 27.03.1995.

(98) Адрес для переписки:
194223, Санкт-Петербург, пр. М. Тореза, 68, МП
"Элсис" В.А.Минкину

(71) Заявитель:

Многопрофильное предприятие ООО "Элсис"

(72) Изобретатель: Минкин В.А.,
Штам А.И.

(73) Патентообладатель:

Многопрофильное предприятие ООО "Элсис"

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО РЕГИСТРАЦИИ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ И БИОМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

(57)

Изобретение относится к областям медицины, биометрии, электроники и может быть использовано для регистрации пульсовой волны, измерения и исследования физиологических, кардиологических и гемолитических параметров, гемодинамики в сосудах и кровенаполнения тканей при неинвазивном постоянном или периодическом мониторинге пациентов или пользователей электронно-бытовых изделий. Изобретение позволяет устойчиво регистрировать пульс пользователя одним компактным

оптоэлектронным преобразователем, включающим в себя одну или несколько расположенных рядом фоточувствительных областей, ориентированных для выявления локальных зон пульсации. Биометрическая система включает средства для передачи данных в информационную подсистему и средства приема данных и их преобразования, а также биометрическое устройство, представляющее собой устройство регистрации пульсовой волны пользователя, выполненное согласно изобретению. 3 с. и 7 з.п. ф-лы, 17 ил.



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 199 943** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **A 61 B 5/02**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2001105097/14 , 16.02.2001
(24) Effective date for property rights: 16.02.2001
(46) Date of publication: 10.03.2003
(98) Mail address:
194223, Sankt-Peterburg, pr. M. Toreza, 68, MP
"Ehlsis" V.A.Minkinu

(71) Applicant:
Mnogoprofil'noe predpriyatie OOO "Ehlsis"
(72) Inventor: Minkin V.A.,
Shtam A.I.
(73) Proprietor:
Mnogoprofil'noe predpriyatie OOO "Ehlsis"

(54) **METHOD AND DEVICE FOR RECORDING PULSE WAVE AND BIOMETRIC SYSTEM**

(57) Abstract:

FIELD: medicine; medical engineering.
SUBSTANCE: device has compact optoelectronic transducer including one or several photosensitive adjacent areas intended for detecting local pulsation

zones. Biometric system has means for data transmission into information retrieval system, means for receiving and processing data and biometric device for recording user pulse waves. EFFECT: wide range of functional applications. 10 cl, 7 dwg

RU 2 199 943 C2

RU 2 199 943 C2

Изобретение относится к областям медицины, биометрии, электроники и может быть использовано для регистрации пульсовой волны, измерения и исследования физиологических, кардиологических и гемолитических параметров, гемодинамики в сосудах и кровенаполнения тканей при неинвазивном постоянном или периодическом мониторинге пациентов или пользователей электронно-бытовых изделий.

Известен ряд неинвазивных способов, устройств и систем, исследующих деятельность организма человека, основанных на различных физических механизмах, связанных с образованием и распространением пульсовой волны. Основные физические методы исследований связаны с измерением изменения во времени следующих физических величин: электрических, например тока (напряжения) с помощью электрокардиограмм (ЭКГ); механических, например давления с помощью манометра или пьезодатчика; оптических, например освещенности с помощью оптоэлектронных преобразователей. Регистрация пульсовой волны с помощью ЭКГ [1, 2] или датчиков давления [3, 4, 5] обычно требует фиксированного подключения специальных датчиков к нескольким местам на теле пациента, что ограничивает возможные применения данных устройств чисто медицинскими применениями, не допуская встраивания этих устройств в другие электронно-бытовые устройства и системы.

Известны одноэлементные устройства и способы оптической регистрации пульсовой волны [6, 7] во многих случаях позволяют регистрировать периферический пульс, например, при легком касании пальцем пользователя оптоэлектронного преобразователя. Однако в некоторых случаях, например, если у пользователя холодные руки или слишком слабый (сильный) прижим пальца к фотоприемнику, то не удастся устойчиво регистрировать пульсовую волну у всех 100% пациентов.

Известны способ и устройство регистрации пульсовой волны, позволяющие устойчиво выявлять пульс с помощью двухканального оптоэлектронного преобразователя.

В известном способе регистрации пульсовой волны импульсные последовательности, пропорциональные оптической плотности рассеивания света в кровеносущей ткани, формируют двухканальным оптоэлектронным преобразователем с длинами волн инфракрасного диапазона, при этом импульсная последовательность центрального пульса обеспечивает жесткую синхронизацию режимов измерения, а результат измерения на индикаторе линейно связан с разностью фаз двух импульсных последовательностей.

Устройство содержит первый оптоэлектронный преобразователь, выход которого соединен со входом первого формирователя импульсной последовательности, выход которого соединен с первым входом ключевой логической схемы И-НЕ и первым входом формирователя команд управления. Выход второго оптоэлектронного преобразователя соединен со входом второго формирователя импульсной последовательности, выход

которого соединен со вторым входом ключевой логической схемы И-НЕ. Первый выход формирователя команд управления соединен с третьим входом ключевой логической схемы И-НЕ, а второй и третий выходы подключены соответственно ко входам первого и второго оптоэлектронных преобразователей. На четвертый вход ключевой логической схемы И-НЕ подключен генератор измерительной частоты. Кнопка пуска подключена ко второму и третьему входам формирователя команд управления. Выход ключевой логической схемы И-НЕ соединен со входом счетчика частоты, выход которого подключен на вход регистра памяти. Соответственно выход регистра памяти подключен к индикатору.

Данные способ и устройство [8] взяты нами за прототип. Прототип позволяет устойчиво регистрировать пульсовую волну и проводить измерение скорости распространения пульсовой волны, артериального давления, температуры тела и содержания гемоглобина в крови, однако, отличается определенной аппаратной сложностью, также требует фиксированного подключения оптических датчиков по крайней мере к двум различным местам на теле пациента, что также ограничивает возможность применения данных устройств чисто медицинскими применениями, не допуская встраивания этих устройств в другие электронно-бытовые устройства и системы.

Известна биометрическая система передачи, приема и преобразования данных, включающая

- a) подсистему хранения, передачи приема и преобразования данных;
- b) подсистему распознавания для определения персональной идентичности;
- c) вторую систему распознавания, использующую по крайней мере один неспецифический биометрический параметр физиологической характеристики;
- d) первую подсистему сравнения для сравнения биометрического параметра персональной идентичности;
- e) вторую подсистему сравнения для сравнения неспецифических биометрических параметров с физиологическими нормами;
- f) подсистему идентификации, принимающую решение об идентичности пользователя с учетом результатов, полученных от первой и второй подсистем сравнений.

Данная система [9] взята нами за прототип. Указанная система позволяет использовать основной процессор для обработки, передачи приема и преобразования как основной, так и биометрической информации, в том числе и о пульсе пользователя.

Причем информация о пульсе пользователя используется для принятия решения о его идентификации. Однако использование информации о пульсовой волне в медицинских целях не предполагалось, т.к. получаемая информация недостаточно надежна и стабильна.

Заявляемые способ, устройство и система решают задачу как просто и с повышенной надежностью регистрировать пульсовую волну, располагая датчик в контакте с одной областью тела пользователя, что позволяет одновременно совмещать решение

медицинских, биометрических и бытовых задач.

Достигается это тем, что в известном способе регистрации пульсовой волны, включающем освещение кровенесущей ткани, преобразование светового потока, обусловленного рассеянием на кровенесущей ткани, в электрический сигнал с помощью оптоэлектронного преобразователя и обработку полученной пульсовой волны, позволяющую выявлять и анализировать физиологические параметры, фоточувствительную или фоточувствительные области оптоэлектронного преобразователя располагают на находящихся рядом местах кровенесущей ткани и ориентируют их таким образом, чтобы выявить локальные зоны пульсации.

В другом варианте способа оптоэлектронный преобразователь включает одну или несколько одинаковых фоточувствительных областей с линейными размерами по горизонтали, превосходящими размеры по вертикали, например в форме прямоугольника, причем ориентируют их таким образом, чтобы большие стороны фоточувствительных областей располагались перпендикулярно основному направлению тока в кровенесущей ткани.

В следующем варианте способа в качестве оптоэлектронного преобразователя используют матричный многоэлементный фоточувствительный прибор.

В другом варианте способа световой поток получают, освещая кровенесущую ткань импульсным светом, причем выбирают длительность световых импульсов не более 20 м/с, световые импульсы осуществляют синхронно с режимом накопления матричного фоточувствительного прибора, а электрический сигнал получают, складывая и/или усредняя сигналы с отдельных элементов матричного фоточувствительного приемника в выбранных областях, располагая указанные области перпендикулярно основному направлению тока крови в кровенесущей ткани.

Известно, что пульсовая волна, образованная при деятельности сердца, связанная с периодическим выбросом ударного объема крови в аорту, перемещается по артериям, венам и капиллярам весьма специфически. Однако до настоящего времени предполагалось, что форма пульсовой волны, определяемая целым рядом физиологических параметров, может изменяться значительно только при значительном изменении места регистрации пульсовой волны при регистрации ее одним методом. Например, в прототипе проводилась регистрация пульсовой волны в одной области тела у устья аорты и в другой области тела у артерии в верхней трети бедра или верхней и нижней голени. Аналогично, в значительно удаленных друг от друга точках человеческого тела происходит стандартная регистрация ЭКГ [1]. Однако, как это не удивительно, но авторы экспериментально установили, что даже небольшое изменение точки регистрации пульса оптическим методом может вызвать значительное изменение формы пульсовой волны, и кроме того, форма пульсовой волны зависит от формы и расположения фоточувствительного

элемента. Вероятно, это вызвано тем, что на регистрируемую форму пульсовой кривой оказывают существенное влияние отражения и интерференция волн, а также процессы обмена веществ, происходящие на капиллярном и клеточном уровне при их рассмотрении с дискретностью фоточувствительных элементов сравнимой с размерами капилляров и клеток.

До настоящего времени предполагалось, что для получения лучшего качества при регистрации пульсовой волны следует применять стандартные (квадратные или круглые) фотодиоды, причем увеличение площади фотодиодов такой формы приводит к повышению чувствительности оптоэлектронного преобразователя.

Исследования пульсовой волны, проведенные авторами с помощью матричных фотоприемников и различных вариантов освещения, показали, что при регистрации пульсовой волны по отдельно взятым областям матричного фоточувствительного прибора можно добиться значительно большего увеличения чувствительности, чем при интегральной регистрации пульса со всей площади фотоприемника. С физической точки зрения это может быть вызвано тем, что процессы, происходящие в кровенесущей ткани, прижатой к различным элементам фотоприемника, могут, условно говоря, находиться в противофазе, т.е., если пульсовая волна относительно медленно по отношению к временным интервалам регистрации проходит над прижатой к фотоприемнику кровенесущей тканью, то фотоприемник одновременно принимает свет от условно "темной" и "светлой" области ткани, интегрируя его в "серый". При минимизации размеров элементов фотоприемника до размеров клеток ткани с разной оптической плотностью и той же скоростью прохождения пульсовой волны в ее регистрации произойдет увеличение чувствительности (контрастности, амплитуды) пульсовой волны, т.е. светлый элемент будет восприниматься как светлый, а темный - как темный без интеграции. В следующий момент времени пульсовая волна сдвинется и "темный" элемент превратится в "светлый" или, наоборот, причем относительная контрастность пульсовой волны без интеграции маленьких элементов будет выше, чем с интеграцией элементов, если эти элементы расположены случайно относительно движения пульсовой волны. Если же пульсовая волна движется вдоль определенного направления, то во всех точках ткани, расположенных в поперечном сечении, наблюдается, примерно, одна оптическая плотность и расположение фоточувствительных элементов поперек направления тока крови, хотя и не приведет к увеличению чувствительности, но за счет интеграции сигнала с элементов приведет к уменьшению шумов и повысит качество и надежность при регистрации пульсовой волны.

Использование для регистрации пульсовой волны двух и более независимых фоточувствительных областей позволяет существенно повысить стабильность и точность регистрации пульсовой волны, т.к. позволяет отделять физиологические повторяющиеся процессы от случайных,

регистрировать объемный пульс, зависящий не только от времени, но и от координат и, естественно, более информативный с точки зрения физиологических параметров и позволяющий получать и использовать ряд новых информативных параметров, например разность оптической плотности, по физическому смыслу аналогичную разности электрических потенциалов.

Существенным для регистрации пульсовой волны является возможность независимого приема оптической информации с различных мест кровеносущей ткани, а не количество каналов считывания, которых может быть несколько в случае расположения рядом нескольких фотодиодов, или один, например, в случае реализации фоточувствительных элементов в виде матричного фоточувствительного прибора с переносом заряда.

Выбор одной или нескольких фоточувствительных областей с линейными размерами по горизонтали, значительно превосходящими размеры по вертикали, например, в форме прямоугольника и расположение большей стороны фоточувствительных областей перпендикулярно основному току крови в кровеносущей ткани приводит к тому, что части кровеносущей ткани, контактирующие с фоточувствительными областями, представляют собой зоны с одинаковой пульсацией, а значит происходит повышение чувствительности и надежности при регистрации пульсовой волны.

Использование матричного многоэлементного фоточувствительного прибора в качестве фоточувствительной области оптоэлектронного преобразователя позволяет регистрировать пульсовую волну в любой точке матрицы, а значит выявлять зоны максимальной пульсации и формировать оптимальные фоточувствительные области (в пределах матрицы) для надежного и информативного измерения физиологических параметров пользователя.

Освещение кровеносущей ткани импульсным светом длительностью не более 20 м/с синхронно с режимом накопления матричного прибора и сложение и/или усреднение сигнала с отдельных элементов матричного фоточувствительного прибора в выбранных областях при их расположении перпендикулярно основному току крови в кровеносущей ткани позволяет обеспечить не менее 50 достоверных отсчетов в секунду, что необходимо для повышения качества регистрации пульсовой волны, и уменьшение влияния случайного шума и помех на результат регистрации.

Решение задачи как просто и надежно регистрировать пульсовую волну достигается также тем, что в известном устройстве регистрации пульсовой волны, включающем оптоэлектронный преобразователь, модуль управления, преобразования и обработки сигнала, согласованный с оптоэлектронным преобразователем, оптоэлектронный преобразователь содержит одну или несколько фоточувствительных областей, расположенных в непосредственной близости друг к другу, имеющих форму, позволяющую выявить локальные зоны пульсации.

Расположение фоточувствительных областей, имеющих форму, совпадающую с

зонами локальной пульсации в непосредственной близости между собой, позволяет интегрировать полезную информацию и повысить точность регистрации пульсовой волны.

5 В варианте устройства фоточувствительные области имеют линейный размер по горизонтали, значительно превосходящий линейный размер по вертикали, закреплены в одном корпусе параллельно друг другу на расстоянии не более 2 см. Это позволяет просто и устойчиво регистрировать периферический пульс на пальцах пользователя.

10 В другом варианте устройства фоточувствительные области состоят из фоточувствительных элементов матричного многоэлементного фотоприемника, а модуль управления синхронизирует накопление элементов фотоприемника с осветителем.

20 Это позволяет адаптивно формировать фотоприемные области, совпадающие с зонами максимальной локальной пульсации, что повышает надежность регистрации пульсовой волны.

25 В следующем варианте устройства матричный многоэлементный фотоприемник дополнительно является формирователем дактилоскопического изображения, что позволяет совмещать медицинские, биометрические и бытовые функции в одном устройстве и расширить область применения заявляемого устройства.

30 В предлагаемой биометрической системе приема, передачи и преобразования данных, состоящей из средств для передачи основных данных в информационную подсистему по заданному каналу связи, средств приема и преобразования основных данных, связанных со средством передачи основной информации, биометрическое устройство представляет собой средство регистрации пульсовой волны пользователя, выполненное в соответствии с предлагаемой заявкой на изобретение.

40 Дополнительное включение указанного устройства регистрации пульсовой волны в биометрическую систему позволяет расширить биометрическую систему за счет дополнительных медицинских и диагностических функций.

45 В другом варианте биометрической системы средство приема передачи и преобразования основных данных представляет собой телефон, дополнительно содержащий средство для коррекции физиологического и/или психологического состояния пользователя. Это позволяет расширить функциональные возможности системы за счет осуществления регулируемых лечебных воздействий на организм человека.

50 Применение и использование предлагаемого способа и устройства позволяет разработать новый класс электронных систем, сочетающих в себе медицинские, биометрические и бытовые функции. Возможность надежной регистрации пульсовой волны при легком касании одного оптоэлектронного датчика значительно расширит области применения устройств, механический контакт которых с пользователем является необходимым свойством их функционирования, например

компьютерная мышь, телефон, руль автомобиля. В этом случае одновременно с выполнением устройством основной функции (например, для компьютерной мыши - это интерактивный обмен информацией пользователя с компьютером, для телефона - это прием, передача и преобразование звуковой информации по каналу связи) может происходить регистрация пульсовой волны с помощью предлагаемого устройства или способа, расчет физиологических параметров пользователя на основании данных пульсовой волны, передача этих данных о физиологических параметрах непосредственно пользователю или другому оператору.

Для многих людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями, получение такой предупредительной информации вовремя, до наступления кризиса, может сохранить здоровье или даже жизнь. Если, например, при разговоре по телефону пользователь получает неприятное известие, начинает волноваться, нервничать, то, естественно, изменяются параметры пульсовой волны, увеличивается частота пульса, появляется аритмия и т.п. Предлагаемая биометрическая система может проанализировать произошедшие физиологические изменения, например, с помощью основного процессора, установленного в телефонную трубку мобильного телефона, или в другом случае, передав пульсограмму пользователя через интернет на специальный сервер, который проведет ее обработку и также через интернет мгновенно направит информацию - предупреждение пользователю, который, не зная об этом, продолжает разговор по основному каналу связи. Полученная предупредительная информация может иметь любой известный вид, например текстовый или звуковой. Возможно, что вовремя полученное сообщение: "не волнуйтесь, дышите глубже" или "дышите чаще" в зависимости от физиологических параметров сможет нормализовать параметры пользователя.

Известна возможность нормализации физиологических параметров при подаче на пациента электромагнитных импульсов [9]. Дополнительно оснащенное таким приспособлением устройство, например телефон, согласно предлагаемой биометрической системе, из обычного телефона, приносящего определенный вред из-за генерируемого высокочастотного электромагнитного излучения, превратится в биотелефон, приносящий пользу, который может использоваться не только для диагностики, но и для лечения заболеваний и коррекции физиологических параметров пользователя.

На фиг. 1а и 1в приведены реальные графики пульсовой волны, полученные при регистрации пульсовой волны в одинаковых условиях для соответственно квадратной области (фиг. 1г) и прямоугольной области (фиг. 1б) на матричном фоточувствительном приемнике. В указанных областях (здесь и далее) выходной сигнал определяется путем сложения сигналов всех элементов в области и делением полученного значения на число элементов в области.

На фиг. 2а приведены реальные графики

пульсовой волны, полученные при одновременной регистрации с двух одинаковых прямоугольных областей, соответственное расположение которых на пальце пользователя приведено на фиг. 2б.

5 На фиг. 3а приведены реальные графики пульсовой волны, полученные при одновременной регистрации с трех одинаковых прямоугольных областей, соответственное расположение которых на пальце пользователя приведено на фиг. 3б.

10 На фиг. 4а приведены реальные графики пульсовой волны, полученные при одновременной регистрации двух различных по площади прямоугольных фрагментов, ориентированных перпендикулярно друг другу, расположение которых на пальце пользователя приведено на фиг. 4б.

15 На фиг. 5а и 5б приведены структурные схемы вариантов устройств.

На фиг. 6 приведен вариант конструкции устройства.

20 На фиг. 7 изображена плотность распределения объемной пульсограммы, полученной при прижатии пальца к матричному фотоприемнику.

На фиг. 8 изображена структурная схема биометрической системы.

25 На фиг. 9 изображена схема биометрической системы с обратной связью.

Предлагаемое устройство состоит из следующих основных составляющих:

30 оптоэлектронного преобразователя с фоточувствительными областями в виде фоточувствительных элементов 1, 2, закрепленных вместе с осветителем 3 в едином корпусе 4, на которые подаются управляющие напряжения с блока управления 5 модуля управления и обработки сигнала, который передает выходной сигнал на блок обработки 6 модуля управления и обработки сигнала.

35 В другом варианте устройство состоит из матричного многоэлементного фотоприемника 7 и осветителя 3, установленных в единый корпус 4, блока управления 5 и блока обработки 6, образующих модуль управления и обработки сигнала, причем модуль управления содержит устройство, синхронизирующее накопление элементов фотоприемника с осветителем.

40 В следующем варианте устройства матричный многоэлементный фотоприемник дополнительно является формирователем дактилоскопического изображения.

Работа устройства осуществляется следующим образом.

50 Корпус оптоэлектронного преобразователя 4, в котором установлены фоточувствительные элементы 1, 2 или матричный многоэлементный фотоприемник 7 и фотоизлучающие элементы 3, приводится в контакт с частью тела пользователя, например, с кончиком пальца 10 (фиг. 6). Осветитель (фотоизлучающий элемент 3) освещает кровеносную ткань пальца, причем проходящий через палец свет, который воспринимает фоточувствительный прибор 1, 2 или 7, пропорционален наполненности кровью областей на пальце, прижатых к фоточувствительному прибору. Конструкция оптоэлектронного преобразователя (в виде 1, 2 или 7) может предполагать освещение кровеносной ткани (пальца пользователя 10) сверху или снизу

[6] , а также использование естественного света [13] для освещения. Фоточувствительный прибор, например матричный фоточувствительный прибор 7, регистрирует принимаемый свет и его изменение во времени каждым своим элементом 7-1, 7-2, 7-3, причем электрический сигнал, получаемый с матричного фоточувствительного прибора, представляющий собой один кадр, является одной точкой временного среза пространственного распределения пульсограммы, а пульсовая волна передается последовательностью кадров, например телевизионным сигналом. Устройство обработки, например стандартный PC, регистрирует эту последовательность кадров, представляя ее в виде, изображенном на фиг. 1 - 4, и определяет физиологические параметры пользователя, выводя их, например, на цифровой или аналоговый монитор.

Синхронизация работы осветителя и элементов фотоприемника с помощью модуля управления позволяет значительно повысить динамический диапазон сигнала пульсовой волны (отношение сигнал/шум), что особенно важно для матричных фотоприемников (CMOS и ПЗС), когда размер одного элемента составляет единицы (десятки) микрон, а общее количество элементов составляет сотни тысяч.

Приведем пример конкретного выполнения способа при использовании в качестве оптоэлектронного преобразователя матричного фоточувствительного прибора (DactoChip), применяемого для получения дактилоскопического изображения.

Матричный фоточувствительный прибор с волоконно-оптическим входом DactoChip 7, изготовленный предприятием "Элсис", установлен в дактилоскопический сканер DC21 8 [14]. Размер фоточувствительного элемента DactoChip 7 составляет 18•24 мкм, число элементов 512•576, так что полная площадь фоточувствительной поверхности DactoChip составляет, примерно, 10•15 мм. Сканер DC21 предназначен для формирования выходного цифрового дактилоскопического сигнала с частотой 5 кадров в секунду, однако DactoChip генерирует и стандартный аналоговый и цифровой телевизионный сигнал с частотой 50 полукадров в секунду, который и подается на стандартные видеобластер SE100 фирмы Creative Labs, установленный в стандартный PC РП-600 (или на LPT порт PC). Фоточувствительные элементы (области) 7-1, 7-2, 7-3 расположены перпендикулярно основному направлению тока крови в пальце - вверх, середине и внизу DactoChip 7, что существенно повышает вероятность выявления локальных зон пульсации при фиксированном (постоянном) расположении считывающих зон. Адаптивное расположение считывающих зон позволяет вначале получить картину распределения зон пульсации на пальце пользователя 10 (см. фиг.7), а затем расположить эти зоны в местах максимальной пульсации, соответствующих более светлым областям на фиг.7, что позволяет выявить локальные зоны пульсации.

Палец пользователя (пациента) 10' устанавливается в дактилоскопический сканер

8 и легко прижимается к фоточувствительной матрице 7 (фиг.9). Импульсное освещение пальца осуществляется стандартным светодиодом 3 ИРС1 - 800-45, входящим в конструкцию сканера DC 21 8, синхронно с накоплением сигнала фоточувствительными элементами DactoChip 7 с помощью синхронизирующего устройства в модуле управления и обработки сигнала. Проходящий через палец 10' свет (световой поток, обусловленный рассеянием на кровеносной ткани пальца) воспринимается матричным многоэлементным фотоприемником 7. Дактилоскопический сканер DC21 8 преобразует пульсовую волну в каждом элементе DactoChip 7 в цифровой сигнал, передаваемый на персональный компьютер.

Специальная программа, составленная на предприятии "Элсис", позволяет проводить регистрацию пульсовой волны как по любому отдельно взятому элементу матрицы DactoChip 7, так и по любому одному или нескольким областям на матрице, установленной оператором, а также проводить математическую обработку получаемых пульсограмм, включая, например, фильтрацию пульсограммы, нахождение производной 1-го и 2-го порядка, расчет разностного сигнала между фрагментами и т.д. и вычисление физиологических параметров. Приведенные на фиг. 1- 4 графики пульсовой волны получены при освещении пальцев как видимым светом (фиг.1, фиг.4 ($\lambda=632$ нм), так и ближним инфракрасным светом ($\lambda=850$ нм) (фиг.2, фиг.3, так что выбор источника освещения может определяться различными требованиями к устройству. Полученные кривые подтверждают, что пульсовая волна распространяется в пальце весьма специфически, причем прямоугольное расположение областей считывания позволяет наилучшим образом уловить специфику распространения пульсовой волны. При параллельном расположении прямоугольных областей считывания возможна определенная настройка датчика относительно пальца (или наоборот), напоминающая настройку телевизионной антенны для уверенного приема сигнала. Расположение областей взаимно перпендикулярно обеспечивает повышенную чувствительность, практически, при любом направлении распространения пульсовой волны, но требует несколько более сложной организации вычислений. Из реальных графиков, полученных на матричном фотоприемнике DactoChip, приведенных на фиг.1-4, следует, что вид регистрируемой пульсовой волны значительно зависит от формы и размера области, по которой происходит измерении пульса, а также расположения этой области на пальце пользователя. Было установлено, что практически все изменения пульсовой волны можно зарегистрировать на площади 1-2 см² и, следовательно, эта площадь может являться достаточной для стабильной регистрации пульсовой волны. Проведенные авторами исследования показали, что интенсивность пульса в исследуемой области не всегда равномерна (фиг. 5а и фиг.5б), что, вероятно, и является причиной нестабильности при регистрации пульса обычными оптическими методами. Матричный

сенсор позволяет выявлять те области на регистрируемой поверхности тела, где пульс является наиболее интенсивным (более светлые области на фиг. 5а и 5б), и проводить регистрацию и измерение параметров пульсовой волны именно по этим областям, что значительно повышает надежность и стабильность получаемых результатов. Возможно, одной из причин этой неравномерности является неравномерное прижатие пальца к сенсору, т.к. известно, что величина усилия прижатия пальца значительно влияет на результат регистрации пульсовой волны. Относительно большая площадь матричного приемника практически гарантирует наличие зон интенсивного пульса даже на сложных пальцах (холодных, с малым током крови и т.д.).

Естественно, в некоторых случаях для устойчивого определения изменения кардиологического параметра или его аномалии достаточно (как и при измерении ЭКГ) регистрации пульсовой волны по одной области, в том числе и квадратной формы. Так же естественно, что увеличение числа информативных (не одинаковых) областей считывания увеличивает точность измерения параметров, получаемых из зарегистрированной пульсовой волны [1, 8].

Авторы экспериментально не проверяли возможность установки биометрического устройства регистрации пульсовой волны непосредственно на телефонной трубке, однако известна возможность реализации дактилоскопических идентификационных устройств на телефоне [15, 16], что представляет решение более сложной технической задачи, следовательно, регистрация пульса пользователя с помощью телефонной трубки (или наушника) вполне осуществима технически.

Изготовление фотоприемников в виде отдельных фотодиодов позволяет упростить схему управления по сравнению с матричным фотоприемником и сделать обработку результатов более простой и дешевой.

Введение дополнительной функции "регистрации пульсовой волны" в большинство существующих современных устройств, особенно оснащенных биометрическим дактилоскопическим сенсором с волоконно-оптическим входом, не должно потребовать существенных дополнительных затрат, т.к. все элементы предлагаемого устройства входят в состав существующих систем, однако положительный эффект от дополнительного введения функции пульсометрии при стабильной регистрации пульсовой волны должен быть значительным.

Конструкция осветителя с боковым подсветом позволяет получать пульсовые кривые практически с любой части тела, а незначительное, технически очевидное изменение конструкции осветителя и крепежа позволяет устойчиво закреплять устройство на теле пользователя, например на мочке уха.

Предлагаемая биометрическая система состоит из следующих основных компонентов: средство приема, передачи и преобразования основных данных 20 (например, телефон, передающий от пользователя 10 звуковую информацию, принимающий и преобразующий информацию от другого абонента) и информационной подсистемы 30.

Средство приема, передачи и преобразования основных данных 20 включает средство передачи основных данных 23 пользователю (например, динамик), средство приема информации от пользователя 24 (например, микрофон), средство преобразования биометрических данных пользователя 25 (например, дактилоскопическое устройство), средство регистрации пульсовой волны 26, средство связи с информационной подсистемой 21 (например, приемопередатчик и антенна), средство преобразования данных 22 (процессор в телефоне).

В другом варианте система дополнительно содержит средства коррекции состояния пользователя 27.

Рассмотрим работу системы на примере работы мобильного телефона, имеющего дополнительные биометрические функции. Возможность передачи информации о пульсовой волне по телефонному каналу известна давно [2, 4, 10, 11], однако до сих пор не удавалось сделать устойчиво работающую систему с датчиком, расположенным на телефонной трубке. Биометрическое устройство 26 регистрирует пульсовую волну в пальце или ушной раковине пользователя, обрабатывает данные самостоятельно или передает их в информационную подсистему 30 и вычисляет физиологические параметры пользователя 10. При выходе физиологических параметров за установленные пределы биометрическая система дает предупредительные звуковые сигналы или оказывает другое воздействие на пользователя с помощью средства коррекции состояния пользователя 27, например, низкочастотным электромагнитным излучением, нормализующим частоту сердечных сокращений.

На фиг.9 приведен пример биометрической системы с обратной связью, представляющей собой вариант детектора лжи и/или стресса.

Обратная связь определяется воздействием на испытуемого 10, например, с помощью монитора 9, на котором появляется текстовая информация или другое изображение, изменяющее эмоциональное, физиологическое и психологическое состояние испытуемого (пользователя), что приводит к изменению объемного пульса, регистрируемого системой с помощью DactoChip 7. Дактилоскопический сканер DC21 8 преобразует пульсовую волну в каждом элементе DactoChip 7 в цифровой сигнал, передаваемый на персональный компьютер 9. Биометрическая система анализирует одновременное изменение состояния пользователя в зависимости от оказанного на него воздействия и может делать вывод о физиологическом и/или нервно психологическом состоянии пользователя, например, как детектор лжи или стресса.

Анализ состояния пользователя может проводиться с учетом всех известных на данный момент технических достижений, причем его основой являются высокочувствительные и информативные пульсовые кривые (объемный пульс) 11, 12, 13, характеризующие состояние пользователя.

Естественно, что приведенная в описании конструкция устройства и биометрической

системы не ограничивает возможные применения предлагаемого изобретения, которые могут быть значительно шире и определяются уровнем развития техники.

Список литературы

1. "Физиология сердечно-сосудистой системы", Д. Норман, Л. Хейлер, Изд. Питер, 2000 г., стр. 86.

2. US 3742938, МКИ А 61 В 5/02, оп. 03.07.1973. Cardiac pacemaker and heart pulse monitor.

3. US 5222020, МКИ G 06 F 15/00, оп. 22.06.1993. Acquisition of arterial response process for pulsating blood flow and its blood pressure measuring method.

4. US 4325383, МКИ А 61 В 5/02, оп. 20.04.1982. System and method for measuring and recording blood pressure.

5. RU 97115376, МКИ А 61 В 5/02, оп. 08.10.1999. Способ и устройство для измерения давления крови.

6. WO 98/27509, МКИ G 06 K 9/00, оп. 25.06.1998. Способ и устройство идентификации пользователя.

7. RU 2118119, МКИ А 61 В 5/02, оп. 1998.08.27. Устройство для измерения частоты пульса.

8. RU 02118122, МКИ А 61 В 5/00, оп. 1998.08.27. Способы измерения скорости распространения пульсовой волны, артериального давления, температуры тела, содержания гемоглобина в крови и устройства для их осуществления (прототип).

9. US 5719950, МКИ G 06 K 9/00, оп. 1998.02.17. Biometric, personal authentication system (прототип).

10. US 4722349, МКИ А 61 В 5/02, оп. 1988.02.02. Arrangement for and method of tele-examination of patients.

11. US 5357427, МКИ G 06 F 15/42, оп. 1994.10.18. Remote monitoring of high-risk patients using artificial intelligence.

12. RU 92016109, МКИ А 61 Н 39/06, оп. 1995.07.27. Способ коррекции аритмии сердца и устройство для его осуществления.

13. RU 2031625, МКИ А 61 В 5/117, оп. 27.03.95. Способ получения контактного изображения объекта.

14. www.elsvs.ru 02.2001.

15. US 6141436, МКИ G 06 K 9/00, оп. 2000.10.31. Portable communication device having a fingerprint identification system.

16. US 5872834, МКИ Н 04 М 11/00, оп. 1999.09.16. Telephone with biometric sensing device.

Формула изобретения:

1. Способ регистрации пульсовой волны, включающий освещение кровеносной ткани, преобразование светового потока, обусловленного рассеянием на кровеносной ткани, в электрический сигнал с помощью оптоэлектронного преобразователя и обработку полученной пульсовой волны, позволяющую измерять и анализировать физиологические параметры, отличающийся тем, что на кровеносной ткани располагают несколько фоточувствительных областей оптоэлектронного преобразователя, размещая их на находящихся рядом местах кровеносной ткани, причем производят ориентацию фоточувствительных областей таким образом, чтобы выявлять локальные зоны пульсации.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что оптоэлектронный преобразователь включает

одну или несколько одинаковых фоточувствительных областей, причем указанные фоточувствительные области выбирают с линейными размерами, по горизонтали превосходящими размеры по вертикали, например, в форме прямоугольника и располагают большие стороны фоточувствительных областей перпендикулярно основному направлению тока крови в кровеносной ткани.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в качестве оптоэлектронного преобразователя используют матричный многоэлементный фоточувствительный прибор.

4. Способ по п. 3, отличающийся тем, что освещают кровеносную ткань импульсным светом, длительностью световых импульсов не более 20 м, причем освещение импульсным светом осуществляют синхронно с режимом накопления матричного фоточувствительного прибора, а электрический сигнал получают, складывая и/или усредняя сигналы с отдельных элементов матричного фоточувствительного прибора в выбранных областях, располагая их перпендикулярно основному току крови в кровеносной ткани.

5. Устройство регистрации пульсовой волны, включающее осветитель, оптоэлектронный преобразователь, а также блок управления и блок обработки, выполненные в виде модуля управления и обработки сигнала, согласованного с оптоэлектронным преобразователем, отличающееся тем, что оптоэлектронный преобразователь содержит одну или несколько фоточувствительных областей, расположенных в непосредственной близости между собой, имеющих форму, позволяющую выявить локальные зоны пульсации, например, форму прямоугольника с расположением большей его стороны перпендикулярно основному току крови.

6. Устройство по п. 5, отличающееся тем, что фоточувствительные области имеют линейный размер, по горизонтали превосходящий линейный размер по вертикали, закреплены в одном корпусе параллельно друг другу на расстоянии не более 2 см.

7. Устройство по п. 6, отличающееся тем, что осветитель, закреплен в единый корпус с фоточувствительными областями, представляющими собой фоточувствительные элементы матричного многоэлементного фотоприемника, а модуль управления и обработки сигнала выполнен с возможностью синхронизации накопления элементов фотоприемника с осветителем.

8. Устройство по п. 7, отличающееся тем, что матричный многоэлементный фотоприемник дополнительно является формирователем дактилоскопического изображения.

9. Биометрическая система приема, передачи и преобразования данных, включающая средства для передачи основных данных в информационную подсистему по заданному каналу связи, средства приема и преобразования основных данных, связанные со средством передачи основных данных, биометрическое устройство или устройство, получающее и/или преобразующее биометрические данные пользователя, связанное со средством

передачи и/или со средством приема и преобразования основных данных, отличающаяся тем, что биометрическое устройство представляет собой устройство регистрации пульсовой волны пользователя, выполненное в соответствии с пп. 5-8.

10. Биометрическая система по п. 9,

отличающаяся тем, что средство приема, передачи и преобразования основных данных представляет собой устройство, дополнительно содержащее средства для коррекции и анализа физиологического и/или психологического состояния пользователя.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

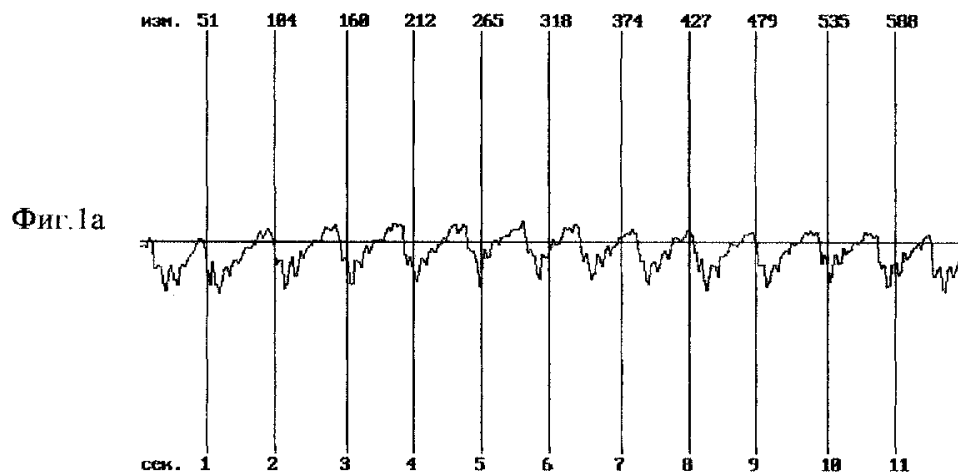
50

55

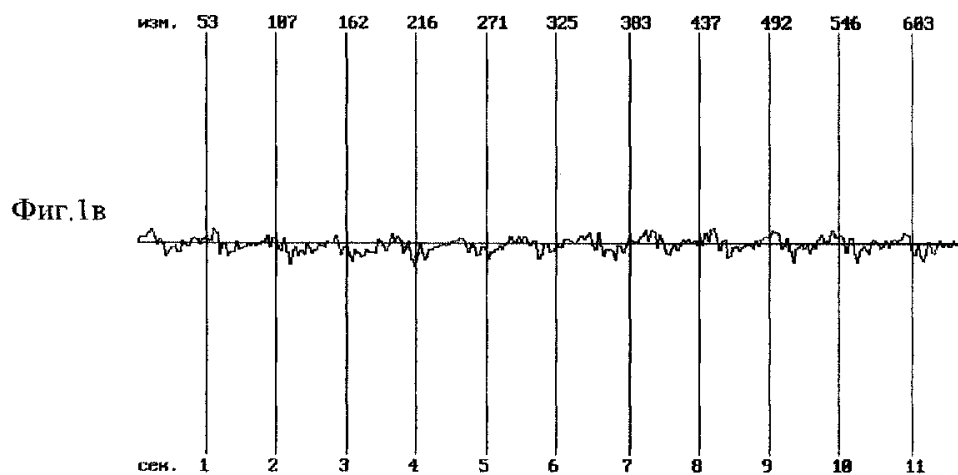
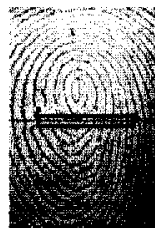
60

RU 2 1 9 9 9 4 3 C 2

RU ? 1 9 9 9 4 3 C 2

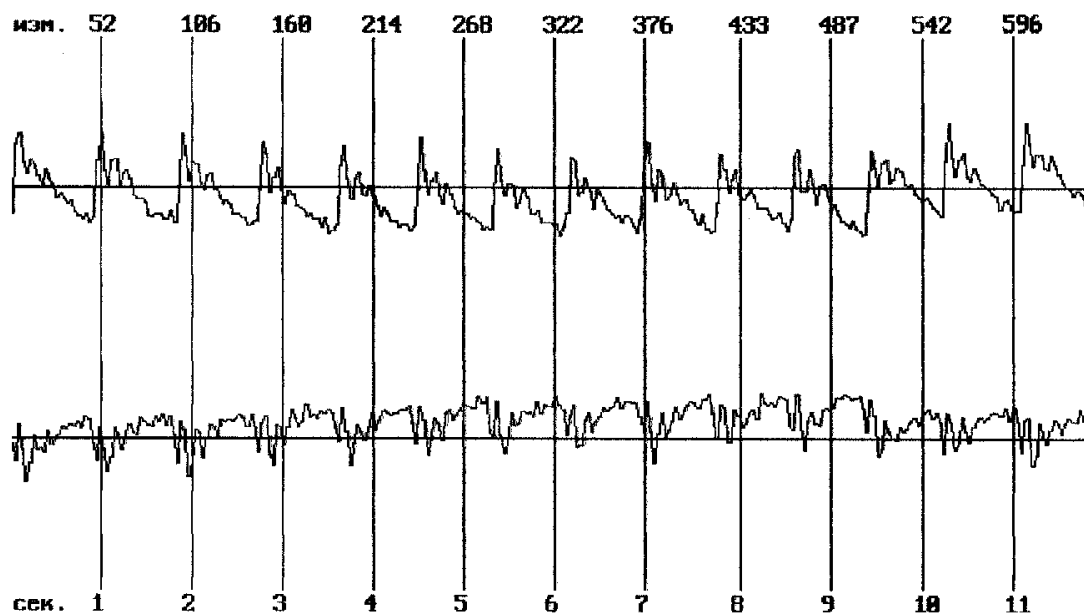


Фиг.1б

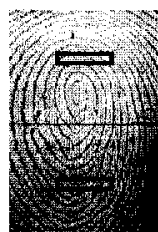


Фиг.1г

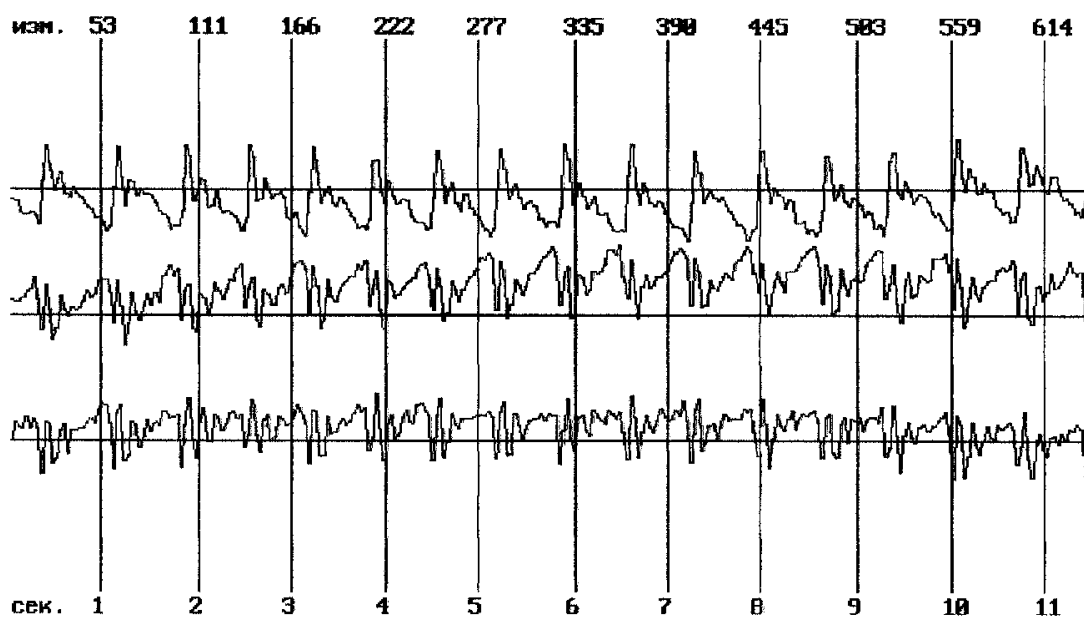




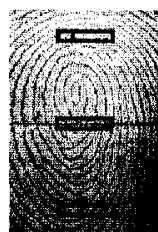
Фиг.2а



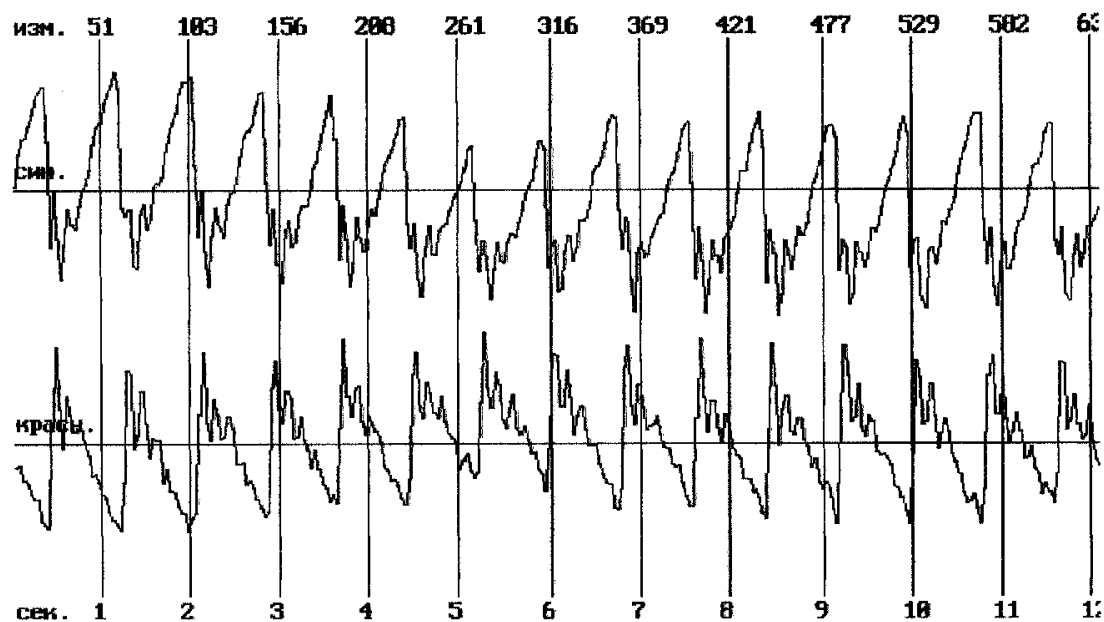
Фиг.2б



Фиг.3а



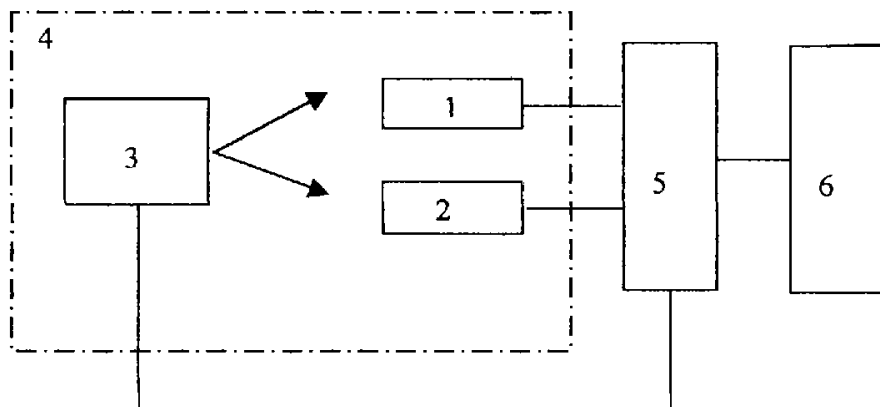
Фиг.3б



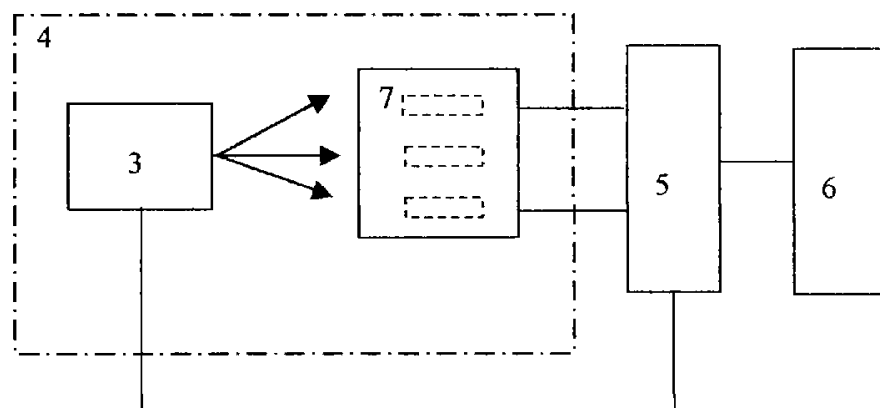
Фиг. 4а



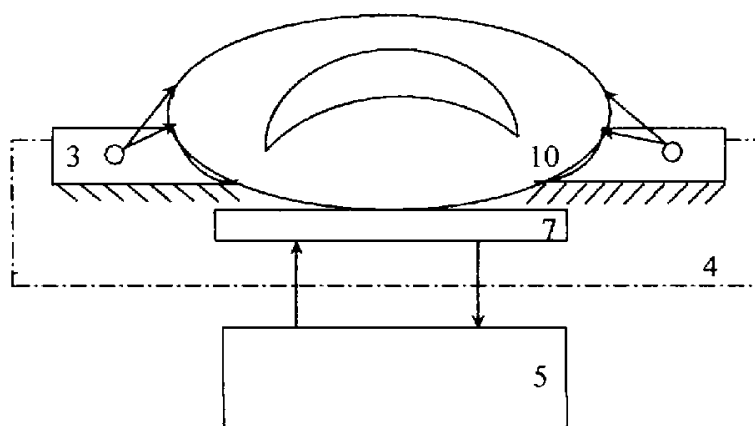
Фиг. 4б



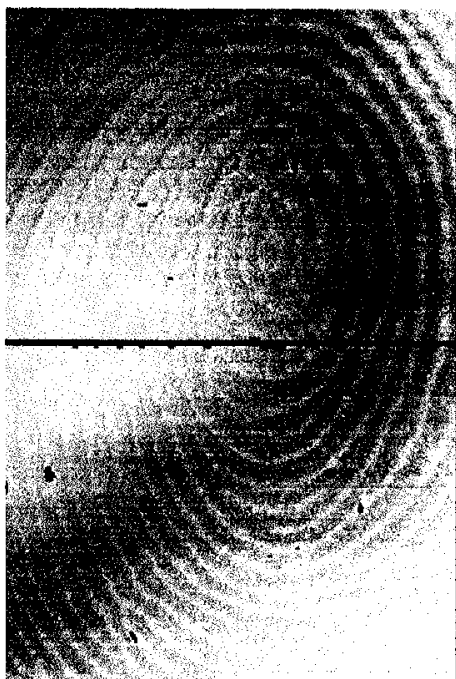
Фиг. 5а



Фиг.5б



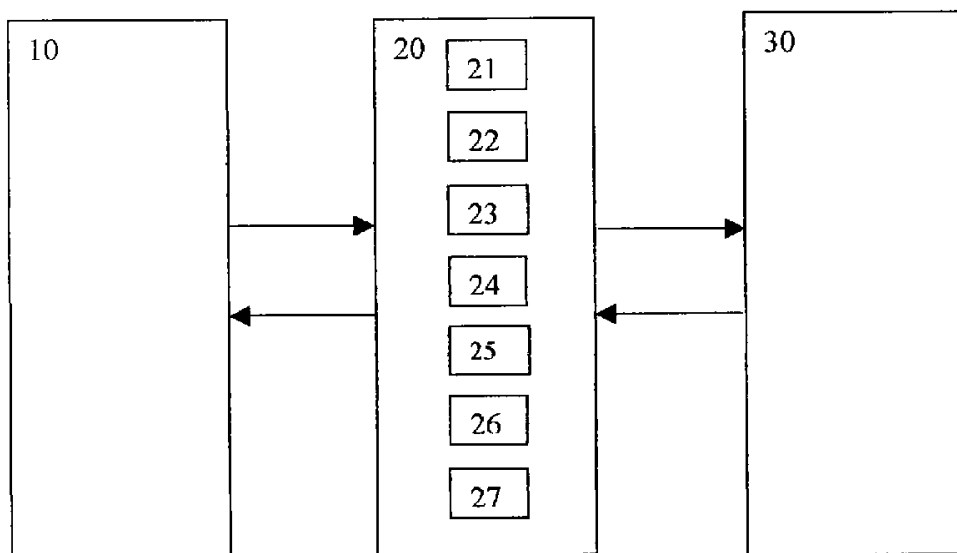
Фиг.6



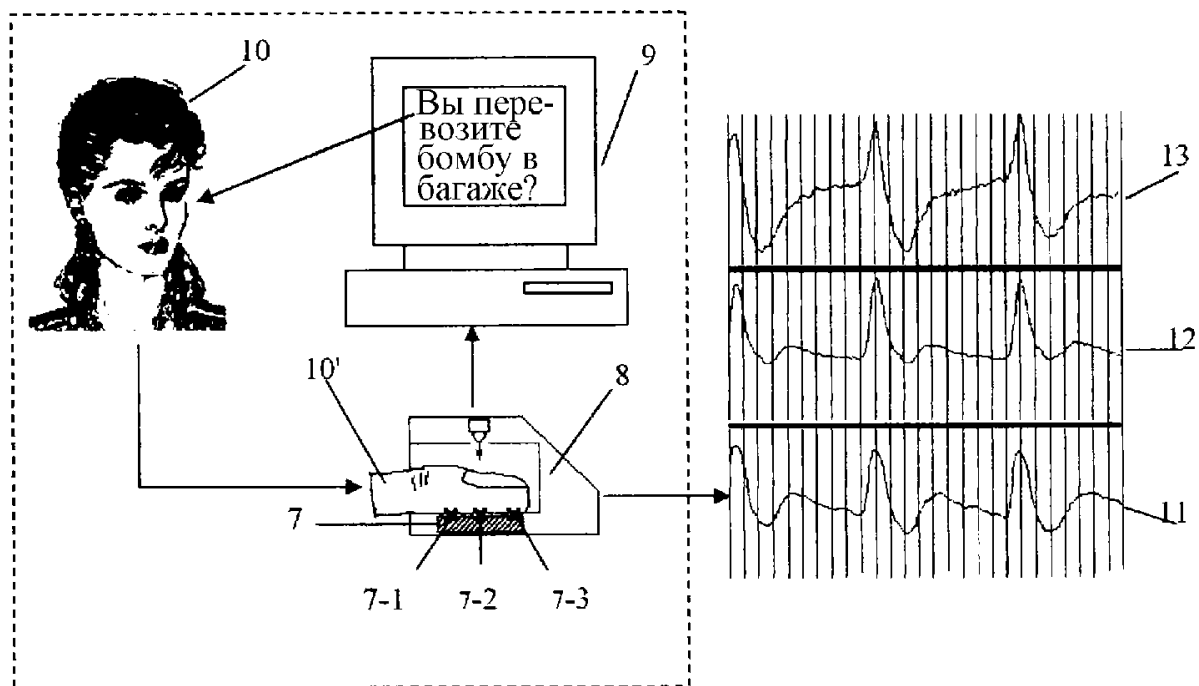
Фиг. 7a



Фиг. 7б



Фиг. 8



Фиг.9