



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

A61B 5/4812 (2020.08); A61B 5/4815 (2020.08); A61B 5/0205 (2020.08); A61B 5/024 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020129094, 02.09.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.09.2020Дата регистрации:
14.01.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.09.2020

(45) Опубликовано: 14.01.2021 Бюл. № 2

Адрес для переписки:

127422, Москва, ул. Всеволода Вишневского, 8,
кв. 24, Протасенко Григорий Александрович

(72) Автор(ы):

Медведев Дмитрий Сергеевич (RU),
Шрейбер Денис Адамович (RU),
Ерин Евгений Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

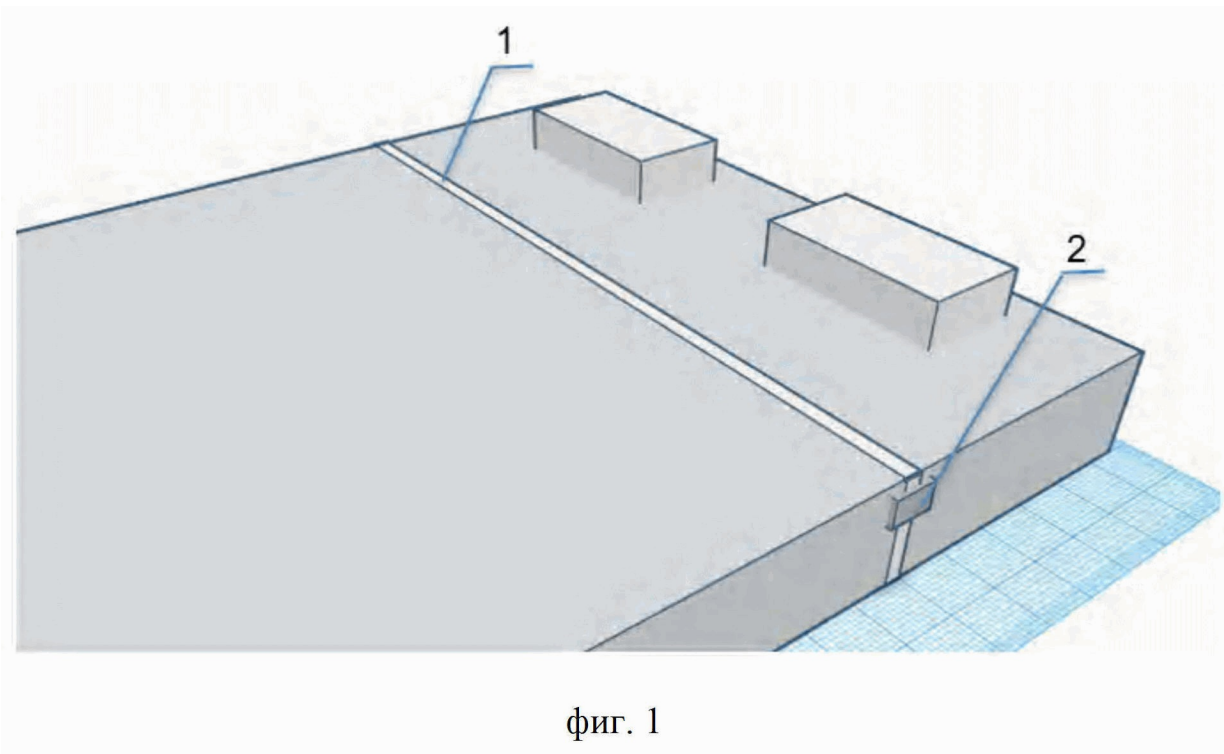
Общество с ограниченной ответственностью
"СЛИПО" (ООО "СЛИПО") (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: WO 2001078601 A1, 25.10.2001. US
8997588 B2, 07.04.2015. WO 2011094448 A1,
04.08.2011. RU 2675036 C2, 14.12.2018. RU 54278
U1, 10.06.2006.

(54) Устройство регистрации биофизических показателей человека в течение сна

(57) Реферат:

Полезная модель относится к устройствам регистрации и мониторинга наиболее важных биофизических показателей человека в течение сна, а именно к устройствам с возможностью встраивания в матрасы различной конфигурации на этапе производства с целью отслеживания различных биофизических показателей человека во время сна и повышения качества сна. Устройство включает в себя блок чувствительных датчиков для преобразований движений пользователя (дыхательные движения, удары сердца, движения тела) в аналоговый электрический сигнал и процессорный блок, состоящий из пластикового корпуса, печатной платы и аккумуляторной батареи (АКБ). Блок чувствительных датчиков состоит из, по крайней мере, одного пьезоэлектрического датчика и, по край ней мере, одного датчика изгиба. Пьезоэлектрический датчик выполнен в виде пьезочувствительной ленты и предназначен для регистрации частоты пульса, частоты дыхания,

движений пользователя во сне (определение фазы сна). Датчик изгиба выполнен в виде пассивного многоканального пленочного датчика и представляет собой пленку на основе полиамида, в которую встроены чувствительные элементы, изменяющие свое сопротивление по мере изменения радиуса изгиба ленты. Датчик изгиба предназначен для определения поз пользователя во время сна и количества ночных подъемов. Процессорный блок выполнен с возможностью аналоговой и цифровой обработки выходных сигналов заявленных чувствительных датчиков. Технический результат предлагаемой полезной модели заключается в обеспечении высокой точности определения важных биофизических показателей человека при отсутствии негативного воздействия на характеристики и свойства матраса и при обеспечении компактности устройства и снижении трудоемкости его встраивания в матрасы различной конфигураций. 5 з. п. ф-лы, 3 ил.



фиг. 1

RU 201833 U1

RU 201833 U1

Полезная модель относится к устройствам регистрации и мониторинга наиболее важных биофизических показателей человека в течение сна, а именно, к устройствам с возможностью встраивания в матрасы различной конфигурации на этапе производства с целью отслеживания различных биофизических показателей человека во время сна и
5 повышения качества сна.

В настоящее время широко представлены интеллектуальные системы, встраиваемые в матрасы, оснащенные специальными чувствительными датчиками, позволяющие собирать первичную информацию о сне, а именно отслеживать частоту сердечного ритма, частоту дыхания, температуру тела, положение позы во сне, контролировать
10 фазы сна, анализировать полученную информацию и предлагать рекомендации по улучшению качества сна.

Из уровня техники известны следующие технические решения.

Известно устройство бесконтактной регистрации показателей жизнедеятельности пациента в непрерывном режиме в состоянии лежа (патент RU 2698441), включающее
15 в себя корпус, выполненный в виде пластмассовой литой формы и фиксирующийся к кровати пациента, контроллер, расположенный непосредственно в корпусе, и сенсор, представленный пьезоэлектрическим датчиком семейства EmfitR-Series, размещающийся в чехле, который фиксируется к кровати под матрасом в районе лопаток пациента. Контроллер включает в себя усилители сигналов (У1) и (У2) и устройство регистрации
20 сигнала (УРС) при включении питания соединяющееся с облачным сервисом при помощи защищенного соединения SSL и на уровне прикладного протокола передачи данных в непрерывном режиме передающее в облачное приложение показатели жизнедеятельности, такие как частота пульса в минуту, частота дыхания в минуту,
индекс гемодинамической активности, индекс двигательной активности,

25 интерваллограмма. При этом сенсор соединен с усилителем (У1) коаксиальным кабелем.

Особенностью данного устройства является то, что оно относится к медицинской технике и прежде всего направлено на непрерывный мониторинг состояния здоровья
больных людей и детей, находящихся под медицинским наблюдением. Поэтому специфика данного технического не позволяет применять данное устройство широкому
30 кругу потребителей.

Известно техническое решение, представляющее собой электрическую кровать (патент RU 2722634), включающую в себя модуль отслеживания, установленный на
верхней части корпуса кровати, и модуль беспроводной связи.

Модуль отслеживания выполнен с возможностью определения таких параметров,
35 как температура тела, частота сердечных сокращений, частота дыхательных движений, интенсивность храпа, интенсивность дыхания, количество случаев ворочания и ерзания в кровати.

С модуля отслеживания информация о показателях жизнедеятельности пользователя поступает на модуль беспроводной связи, выполненный с возможностью отсылки
40 данных отслеживания на сервер, при этом сервер принимает установочный сигнал, посылаемый терминальным устройством (например, гаджетом), и посылает сигнал тревоги, когда данные отслеживания выходят за пределы пороговых значений, заданных в установочном сигнале, при этом модуль беспроводной связи выполнен с возможностью приема данных о состоянии электрической кровати и отсылки указанных данных на
45 сервер.

Факт того, что техническое решение представляет собой электрическую кровать с возможностью формирования сигнала о тревожных показателях жизнедеятельности пользователя, позволяет сделать вывод, что его использование в основном

предпочтительно в медицинских учреждениях и не рассчитано на широкий круг потребителей.

Известна система мониторинга биофизических показателей человека в течение сна (патент US 2019380653), представляющая собой «интеллектуальный» матрас, в который
5 встроены один или несколько датчиков силы для обнаружения движений (дыхательные движения, удары сердца, движения тела) и определения поз пользователя во время сна. Дополнительно в матрас могут встраиваться датчики температуры и влажности (потоотделения) тела пользователя.

В случае двуспальной конфигурации матраса, датчики разделены на два набора,
10 каждый из которых связан с соответствующей стороной матраса (левой и правой), при этом каждый набор датчиков предназначен для получения данных, связанных с одним пользователем.

В одном из альтернативных вариантов, набор датчиков силы размещается на соответствующей стороне матраса (левой и правой) следующим образом: три датчика
15 силы в районе головы/грудной клетки пользователя, три датчика силы в районе поясницы пользователя, три датчика силы в районе ног пользователя.

Набор датчиков для каждого пользователя подключается к соответствующему ему микроконтроллеру. В свою очередь, микроконтроллеры подключаются к главному процессору.

Данные о биофизических показателях пользователя передаются с помощью модуля
20 беспроводной связи, связанного с главным процессором, причем модуль связи может быть выполнен с возможностью передачи данных через беспроводной Wi-Fi, Bluetooth, 3G, 4G или Long Term Evolution (LTE).

Недостатком данного технического решения является то, что предлагаемый вариант
25 размещения датчиков силы не обеспечивает достаточное покрытие спальной зоны, что может привести к проблеме пропадания сигнала при перемещении пользователя по матрасу в течение сна. А также применение датчиков силы для определения поз пользователя во сне обеспечивает высокую точность только при распределении
30 большого количества датчиков силы по матрасу с целью построения карты распределения давлений, что может привести к повышенной трудоемкости и энергозатратности алгоритмов обработки сигналов и может оказать негативное влияние на свойства матраса, причинить дискомфорт пользователю.

Известна система мониторинга биофизических показателей человека в течение сна, позволяющая определять частоту пульса и дыхания пользователя, фазу сна и
35 регистрировать движения пользователя во сне (патент US 2016015315).

Система состоит из процессорного устройства, расположенного около кровати пользователя, сенсорного блока, встроеного в кровать пользователя и блока управления.

Сенсорный блок включает в себя электронный блок и чувствительный модуль,
40 включающий в себя датчики для определения изменения давления, создаваемого телом пользователя (например, пьезоэлектрические и пьезорезисторные датчики) и дополнительно датчики для определения температуры тела пользователя. В приоритетном варианте исполнения, чувствительный модуль выполнен в виде «подушки», расположенной на матрасе или под ним в районе грудной клетки
45 пользователя.

Данные о пользователе с чувствительного модуля могут передаваться через электронный модуль на процессорное устройство через BlueTooth, Wi-Fi или другие подходящие беспроводные средства. В качестве альтернативы связь может быть

проводной с соединением сенсорного блока с процессорным модулем с помощью провода и USB-портов.

Процессорное устройство может содержать следующие компоненты: микрофон для регистрации и записи звуков, окружающих пользователя, датчик света для определения уровня освещенности помещения, датчик температуры для определения температуры окружающей среды и датчик качества воздуха. Заявленные датчики подключаются к блоку управления, выполненному с возможностью обработки и хранения информации, полученных от заявленных датчиков. А также процессорное устройство включает в себя источник света и динамик для реализации световой и звуковой программы соответствующей определенной фазе сна пользователя, направленной на обеспечение качественного сна.

В альтернативном варианте, данные о пользователе с сенсорного блока могут передаваться на мобильный терминал (например, смартфон), с которого можно управлять процессорным устройством с помощью специального установленного приложения.

В случае двуспальной конфигурации кровати для каждого пользователя предусматривается свой сенсорный блок, с которого информация о показателях поступает на процессорное устройство, выполненное с возможностью получения и обработки двух наборов данных.

Недостатком данного технического решения является то, что при эксплуатации предложенной системы мониторинга сна, процессорное устройство устанавливается около кровати, в частности на прикроватной тумбочке, что может быть несколько неудобным для пользователей, а в случае проводной связи с сенсорным блоком доставлять дискомфорт. А также в данном техническом решении не раскрыта его возможность определять положения человека во сне с помощью заявленных датчиков давления.

Известно устройство (патент CN 110652303) для мониторинга сердцебиения, дыхания и состояния движения тела человека, состоящее из сенсорных модулей, микропроцессорного блока, блока связи и блока питания USB.

Каждый из сенсорных модулей включает в себя пьезоэлектрический керамический датчик и блок усиления и фильтрации сигналов (в предпочтительном варианте, пять сенсорных блоков в области головы, пять сенсорных блоков в области грудного отдела).

Сигналы от каждого пьезоэлектрического керамического датчика поступают на блок усиления и фильтрации сигналов с целью завершения усиления и фильтрации исходных сигналов жизненно важных показателей человека, затем поступают на микропроцессорный блок, где происходит обработка сигналов и завершается анализ и обработка данных по усиленным и отфильтрованным сигналам, а затем данные о показателях поступают на блок связи.

Информация с блока связи передается на сервер или мобильный терминал через проводной Ethernet или беспроводной Wi-Fi, Bluetooth, 2G или 4G. Блок питания USB подает питание на каждый блок через USB-адаптер.

Недостатками данного устройства является то, что использование датчиков данного типа с предложенным вариантом их распределения по матрасу могут ухудшать характеристики и свойства матраса и причинять дискомфорт пользователю, а также устройство не позволяет регистрировать положение человека во сне.

Известен матрас для мониторинга параметров дыхания и сердцебиения человека (патент US 2003045806), включающий в себя множество пьезоэлектрических датчиков (от трех до девяти), выполненных в виде пьезоэлектрической пленки из полиамида. В

альтернативном варианте осуществления данного технического решения указанные пьезоэлектрические элементы сформированы как единое целое из единого композитного листа пьезоэлектрического материала.

5 Вычислительный блок, соединенный с датчиками, принимает и обрабатывает выходные сигналы для получения диагностических переменных таких как, частота дыхания, фаза дыхания, частота сердечных сокращений, движения тела человека.

10 Данное техническое решение направлено прежде всего на мониторинг параметров дыхания и сердцебиения людей, страдающих респираторным синдромом, поэтому не предусматривает его использование среди широкого круга потребителей. А также встраивание в матрас множества пьезоэлектрических пленок достаточно трудоемкий процесс, а применение множества чувствительных датчиков может привести к усложнению алгоритмов обработки сигналов. К тому же с помощью пьезоэлектрических датчиков невозможно получить информацию о положении и позе человека на матрасе.

15 Данное техническое решение является наиболее близким аналогом к заявленной полезной модели и может выступать в качестве прототипа.

Задачей, на решение которой направлена данная полезная модель, является создание устройства для комплексного мониторинга важных биофизических показателей человека в течение сна для широкого круга пользователей с возможностью его встраивания в матрасы различной конфигурации при обеспечении высокой точности определения 20 показателей дыхания, сердцебиения, фаз сна и положения человека во сне, при этом не ухудшая характеристики и свойства матраса.

Технический результат предлагаемой полезной модели заключается в обеспечении высокой точности определения важных биофизических показателей человека во время сна при отсутствии негативного воздействия на характеристики и свойства матраса и 25 при обеспечении компактности устройства и снижении трудоемкости его встраивания в матрасы различной конфигураций.

Технический результат достигается при использовании устройства регистрации биофизических показателей человека в течение сна, включающее в себя чувствительные датчики, подключенные к процессорному блоку, отличающегося тем, что в качестве 30 датчиков используются пьезочувствительная лента и ленточный датчик изгиба.

Указанные датчики используются для определения четырех биофизических показателей человека в течение сна, в частности: частоты пульса, частоты дыхания, стадии сна и положения во сне. Специалисту в данной области техники очевидно, что посредством данных датчиков можно снимать и другие показатели, такие как 35 регулярность засыпания, определении веса, храпе и любых других характеристик известных из уровня техники.

За счет определения частоты пульса, частоты дыхания, стадии сна и положения во сне (и других показателей) анализируются характеристики сна, что позволяет корректировать различные сферы жизни с целью повышения качества сна пользователя 40 системы и как следствие - улучшение качества жизни. Для достижения поставленной цели система с помощью устройства и встроенных датчиков собирает первичную информацию о сне и на ее основе выдает рекомендации в части рациона питания, физической активности и образа жизни в целом и прочее.

В предпочтительном варианте реализации устройства, передача информации о 45 биофизических показателях пользователя осуществляется на электронное устройство беспроводным способом с помощью радиомодема через BlueTooth, Wi-Fi или другие подходящие беспроводные средства.

Информация о биофизических показателях пользователя может передаваться на

бэкэнд любого электронного средства (мобильный телефон, планшет, неутбук и пр.), быть встроена в систему умного дома, передаваться и храниться в виртуальном облаке.

Процессорный блок включает центральный процессор, модули аналоговой обработки выходных сигналов пьезочувствительной ленты и ленточного датчика изгиба, причем модули аналоговой обработки выходных сигналов пьезочувствительной ленты и ленточного датчика изгиба связаны с центральным процессором и входом на аналогово-цифровой преобразователь.

В другом предпочтительном варианте реализации устройства, в процессорный блок встроена аккумуляторная батарея (АБК).

В другом предпочтительном варианте реализации устройства, процессорный блок имеет USB-порт для подачи питающего напряжения 5 В.

В другом предпочтительном варианте реализации устройства, в процессорный блок встроены акселерометр.

Далее полезная модель будет описана по ссылкам на чертежи:

фиг. 1 - Объемная модель фрагмента двуспального матраса с установленным устройством регистрации биофизических параметров человека в течение сна, где 1 - блок чувствительных датчиков, 2 - процессорный блок;

фиг. 2 - Вариант размещения блоков чувствительных датчиков на двуспальном матрасе, вид сверху, где 1 - блок чувствительных датчиков;

фиг. 3 - Классификация зон человеческого тела в соответствии с размером матраса.

Устройство для регистрации биофизических показателей человека в течение сна включает в себя:

- блок чувствительных датчиков, включающий в себя, по крайней мере, одну пьезочувствительную ленту и, по крайней мере, один ленточный датчик изгиба;
- процессорный блок, включающий в себя: центральный процессор (ЦП), представляющий собой высокоинтегрированную микросхему, модули аналоговой обработки сигналов заявленных чувствительных датчиков, аккумуляторную батарею (АКБ), акселерометр, а также радиомодем.

Пьезочувствительная лента предпочтительно компании-производителя TE Connectivity выполнена из ПВДФ, и используется для определения трех основных метрик устройства: частоты пульса, частоты дыхания и фазы сна (наименование продукта Sleep Monitor Strips).

Принцип действия пьезочувствительной ленты заключается в том, что при ее размещении на поверхности или внутри матраса в случае, когда лента подвергается динамическим воздействиям (дыхательные движения, удары сердца, движения тела) со стороны пользователя, генерируется электрический заряд, пропорциональный интенсивности воздействий.

Общая толщина полосы составляет около 50 микрон, что делает ее чрезвычайно гибкой и совершенно незаметной при размещении под телом.

Сердцебиение и дыхание - это важнейшие физиологические процессы, параметры которых определяют состояние здоровья человека. У здорового человека частота пульса и дыхания должны находиться в определенном диапазоне, в том числе во время сна. Непрерывный контроль за этими показателями позволяют детектировать потенциальные проблемы со здоровьем и сделать рекомендации по корректировке рациона питания, образа жизни или предупредить человека о необходимости обращения к врачу. Такие меры позволяют своевременно диагностировать серьезные заболевания, такие как ночное ортопноэ, храп, сердечно-сосудистые заболевания, заболевания нервной системы (панические атаки, синдром «беспокойных ног»), нарушение сна и

своевременно преступать к их лечению. А также, информация о положении человека во сне может на ранних стадиях выявить или предотвратить заболевания позвоночника (например, шейно-грудной остеохондроз).

5 Датчик изгиба - пассивный, предпочтительно многоканальный, ленточный датчик изгиба компании-производителя Flexpoint (датчик Bend Sensor) и предназначен для получения информации о положении пользователя во сне. Предлагаемый датчик изгиба представляет собой ленту - пленку на основе полиамида, в которую встроены чувствительные элементы, изменяющие свое сопротивление по мере изменения радиуса изгиба ленты.

10 На одном из краев ленты имеются электрические контакты для подключения к процессорному блоку.

Под положением во сне понимается устойчивое во времени горизонтальное положение тела на кровати, которое также называют позой. Существует четыре основных позы: на спине, на левом боку, на правом боку, на животе.

15 Помимо перечисленных существует ряд второстепенных и промежуточных поз.

Использование в продукте датчика изгиба и знание о позах во сне имеет несколько практических применений:

- при первом подключении устройства датчик изгиба предоставляет интерактивную информацию о том, на какой стороне кровати располагается пользователь, благодаря 20 чему производится привязка мобильного приложения к устройству;

- с помощью датчика изгиба предполагается определять количество ночных подъемов, что является исходной информацией для расчета более общих метрик;

- во врачебной практике существует мнение о том, что не всякая поза безвредна с точки зрения влияния на позвоночник и внутренние органы, поэтому знания о позах 25 позволяют рекомендовать пользователям занимать более правильное положение во сне.

Выбор заявленных ленточных датчиков для использования в предлагаемом устройстве для определения показателей дыхания и сердцебиения, движений и поз пользователя в течение сна обусловлен их преимуществами по сравнению с другими датчиками, применяющихся для данных целей (например, пьезодисками, MEMS- 30 датчиками, датчиками давления, точечными датчиками). К достоинствам можно отнести большую зону покрытия (ленточный датчик удобно протянуть через весь матрас), отсутствие дискомфорта и неудобства для пользователя (лента с датчиками практически не чувствуется), отсутствие каких-либо негативных излучений на тело пользователя, менее трудоемкие и энергозатратные алгоритмы обработки выходных сигналов.

35 Кроме сказанного, использование ленточных датчиков изгиба позволяет наиболее точно снимать показатели о движениях и позах пользователя в течение сна.

Учитывая, что сами по себе ленточные датчики не могут функционировать без процессорного блока, в котором происходит прием и обработка сигналов от датчиков, то можно заключить о функциональном и конструктивном единстве данных узлов, а 40 устройство, состоящее из ленточных датчиков, соединенных посредством электрических контактов с процессорным блоком, рассматривается как единое устройство.

Также предлагается использование дополнительного датчика - акселерометра с целью реализации алгоритмов энергосбережения. Предполагается следующий подход к реализации энергосбережения: акселерометр предоставляет возможность не только 45 измерять ускорение по трем осям декартовых координат, но и реализовывать собственную несложную логику, например, отслеживание превышения порога ускорения по одной или нескольким осям. Результатом такого отслеживания является формирование логического уровня на специальном выходе микросхемы акселерометра.

Таким образом, настроив определенный порог ускорения, центральный процессор (ЦП) может отключать наиболее энергозатратные узлы системы, такие как модули аналоговой обработки сигналов заявленных чувствительных датчиков и ожидать сигнала от акселерометра, который сработает в тот момент, когда пользователь ляжет на матрас.

Предлагаемое устройство функционирует следующим образом.

Блок чувствительных датчиков для преобразований движений пользователя в аналоговый электрический сигнал состоит из пьезочувствительной ленты и ленточного датчика изгиба.

Пьезочувствительная лента реагирует на микродвижения пользователя (дыхательные движения, удары сердца, движения тела) и формирует на выходе электрический сигнал пропорциональный интенсивности соответствующих воздействий, а затем электрический сигнал поступает в процессорный блок, где проходят процессы согласования, фильтрации и усиления сигнала.

Датчик изгиба, выполненный в виде пассивного многоканального ленточного датчика с встроенными чувствительными элементами, реагирует на давление, оказываемое пользователем на матрас, и на выходах формирует сопротивление, причем сопротивление изменяется по мере изменения радиуса изгиба ленты. Затем выходные сигналы датчика изгиба поступают в процессорный блок с целью их коммутации.

В акселерометре происходит преобразование ускорений по трем декартовым осям в цифровой код, затем выходной код поступает в центральный процессор (ЦП) процессорного блока.

После аналоговой обработки сигналов заявленных чувствительных датчиков выходные сигналы поступают на центральный процессор (ЦП), где с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП) осуществляется их цифровая обработка.

Затем осуществляется передача оцифрованных сигналов на электронное устройство (например, смартфон) с помощью модуля беспроводной связи, встроенного в центральный процессор (ЦП). Например, модуль беспроводной связи представляет собой радиомодем, работающий на частоте 2.4 ГГц и поддерживающий технологию Bluetooth Low Energy.

Взаимодействие строится по клиент-серверной методологии, где сервером выступает периферийное устройство, а клиентом - мобильное приложение. Периферийное устройство реализует так называемые сервисы - логически обособленные информационные сущности, включающие как минимум одну характеристику, через которые непосредственно производится обмен данными.

Процессорный блок включает в себя центральный процессор (ЦП), с которым также связаны следующие элементы:

- энергонезависимая память, представляющая собой запоминающее устройство в виде цифровой микросхемы, предназначенной для хранения системной и/или пользовательской информации;

- кварцевый резонатор низкой частоты - электронный компонент - дополнительный источник тактирования центрального процессора, необходимый для работы часов реального времени;

- элементы, определяющие конфигурацию матраса: набор из двух резисторов, монтаж одного из которых определяет тип матраса (односпальный или двуспальный), набор из двух резисторов, монтаж одного из которых определяет сторону матраса, к которой привязано устройства на заводе-изготовителе (левая или правая);

- индикаторный элемент, управляемый со стороны центрального процессора (ЦП)

и предназначенный для сигнализации различных статусов устройства;

- механическая кнопка без фиксации, предназначенная для различных пользовательских действий (калибровка, аппаратный сброс и др.).

5 Устройство имеет возможность работы как от аккумуляторной батареи (АКБ), обеспечивающей автономную работу устройства, так и от внешнего источника, причем переключение питания устройства с АКБ на внешний источник питания и обратно (в зависимости от того подключен ли внешний источник) осуществляется за счет специального узла.

10 Заряд осуществляется за счет зарядного устройства (ЗУ), к статусному выходу которого подключен индикаторный элемент, отображающий статус заряда.

Подача питающего низкого напряжения (5 В) для заряда встроенной АКБ обеспечивается через USB-порт.

Узел в виде делителя напряжения, выход которого подключен к центральному процессору (ЦП) предназначен для детектирования наличия внешнего питания.

15 Далее рассматривается процесс обработки электрического сигнала пьезочувствительной ленты.

На аппаратном уровне аналоговый сигнал проходит три стадии обработки:

- согласование - преобразование заряда, генерируемого датчиком, в электрическое напряжение;

20 - антиалайзинговая фильтрация для устранения эффекта наложения спектров;

- усиление с целью повышения динамического диапазон сигнала.

Сигнал с пьезочувствительной ленты поступает на блок предварительной обработки процессорного блока с нулевым коэффициентом усиления.

С выхода блока предварительной обработки сигнал поступает в блок фильтрации.

25 Блок фильтрации построен на базе активного фильтра второго порядка по схеме Саллена-Ки и предназначен для подавления в выходном спектре сигнала составляющих с частотами выше 15 Гц, что позволяет существенно снизить влияние на сигнал сетевых наводок и устранить эффект наложения спектров. Поскольку фильтр имеет нулевой коэффициент усиления, ему не требуется опорное напряжение.

30 После фильтрации сигнал поступает в блок усиления, предназначенный для расширения динамического диапазона полезного сигнала. Блок построен на базе схемы неинвертирующего усилителя на операционном усилителе. Поскольку на вход блока сигнал поступает со смещением, цепь обратной связи подключена к опорному напряжению.

35 После усиления сигнал поступает на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП), встроенного в центральный процессор (ЦП). Дальнейшая обработка сигнала производится цифровыми методами.

Далее рассматривается процесс обработки электрического сигнала датчика изгиба.

40 Датчик изгиба подключается к блоку предварительной обработки, выполняющего роль преобразования сопротивления сегментов в электрическое напряжение.

Схемотехнически блок реализован на основе делителя напряжения, количество которых определяется числом каналов датчика.

45 Из блока предварительной обработки сигналы поступают в блок коммутации каналов, который представляет собой аналоговый мультиплексор, коммутирующий сигнал с нескольких входов на один выход в соответствии с состоянием адресных входов, который задаются центральным процессором (ЦП).

С выхода блока коммутации сигнал поступает в блок согласования, реализованный по схеме повторителя напряжения на операционном усилителе. После этого сигнал

поступает на аналого-цифровой преобразователь (АЦП), встроенный в центральный процессор (ЦП).

После аналоговой обработки сигналы используемых чувствительных датчиков проходят цифровую обработку с помощью АЦП, встроенного в центральный процессор (ЦП).

Для вычисления показателей пульса и дыхания сигналы проходят несколько стадий:

- цифровой БИХ-фильтр (фильтр с бесконечной импульсной характеристикой) нижних частот для подавления сигнала пульса и выделения сигнала дыхания;

- расчет спектра дыхания методом быстрого преобразования Фурье (БПФ) в окне 4096 точек и вычисление его частоты по максимуму спектральной составляющей;

- цифровой БИХ-фильтр верхних частот для подавления сигнала дыхания;

- декомпозиция на экспериментальные моды (по методу EEMD), в результате чего сигнал раскладывается на несколько составляющих (мод). Таким образом удается избавиться от шумов и достаточно эффективно реализовать выделение сигнала пульса на фоне оставшегося после первого этапа сигнала дыхания;

- расчет спектра сигнала пульса методом БПФ в окне 4096 точек и вычисление частоты сердцебиения.

Описанные выше методы аналоговой обработки позволяют получить стабильно корректные расчетные значения частот пульса и дыхания только при определенных условиях:

- отсутствие сетевых помех;

- отсутствие влияния процесса дыхания, существенных движений и положения во сне;

- отсутствие влияния матраса;

- отсутствие резких микродвижений.

Практика показала высокую степень нестационарности сигнала, то есть непостоянство формы сигнала как по амплитуде, так и по времени ввиду перечисленных выше факторов. Учитывая сказанное, в системе используются несколько дополнительных шагов по цифровой обработке массивов частот пульса и дыхания перед тем, как пользователь увидит численные значения в мобильном приложении:

Отбрасывание невалидных значений в ретроспективе из 10 измерений. Критерием отбрасывания является выход за порог, равный среднему значению в указанном окне из 10 точек. Если изменение текущего значения по модулю превышает порог на 3 единицы, то значение заменяет средним.

Многоступенчатое усреднение полученной кривой с помощью скользящего окна, состоящего из трех точек: берется текущая точка, одно предыдущее и одно последующее значение. Если изменение текущего значения по модулю превышает среднее на 0.1 единицы в окне третьей точки, то оно заменяется средним.

Первый шаг реализуется в процессорном блоке предложенного устройства, а второй шаг - на стороне мобильного приложения.

Таким образом, пользователь имеет возможность получать информацию о показателях частоты пульса и частоты дыхания в течении сна, причем устройство выполняет функцию оповещения пользователя о критических значениях данных показателей, например, частоты пульса.

Алгоритм определения фаз сна основывается на данных пьезочувствительной ленты и предполагает подсчет движений в единицу времени. Если сигнал пьезочувствительной ленты превысил определенный порог, что происходит только при движениях, то фиксируется движение. Интенсивность движения тем выше, чем дольше сигнал

пьезочувствительной ленты находится за пороговым значением.

Информацию о позах пользователя в течение сна получают на основании сигнала датчика изгиба. Процесс происходит следующим образом.

5 После оцифровки сигнал из отсчетов АЦП преобразуется в сопротивление в соответствии с формулой делителя напряжения. В ходе активной сессии сна производится периодический опрос всех каналов датчика и сохранение измеренных значений в энергонезависимую память, после чего данные передаются в мобильное приложения для последующей обработки.

10 Предпочтительные варианты применения предлагаемого устройства осуществляются следующим образом.

Устройство имеет возможность его встраивания в матрасы различной конфигурации, в частности односпальные, двухспальные, детские, причем возможны различные варианты размещения заявленных чувствительных датчиков и возможно их варьирование по количеству (согласование с компаниями-производителями матрасов) и модификациям (согласование с компаниями-производителями чувствительных датчиков).

Для достижения технического результата используются ленточные датчики в виде тонких пленок.

20 Вариант осуществления интеграции предлагаемого устройства в двухспальный матрас представлен на фиг. 2, где показано, что блоки чувствительных датчиков (1) выполнены самостоятельными блоками для каждого спального места.

В таком варианте процессорных блоков может быть два на каждый блок датчиков, а может быть выполнен в одном корпусе с подключением двух блоков датчиков.

25 В предпочтительном варианте выполнения предложенного устройства датчики помещаются в технический чехол и размещаются на матрасе. В другом варианте устройство встраивается в матрас при его производстве. Причем пьезочувствительная лента и ленточный датчик изгиба могут быть склеены между собой с помощью адгезивного слоя.

30 Заявленные чувствительные датчики в виде лент подключаются к процессорному блоку, состоящему из пластикового корпуса, в котором размещены печатная плата, АКБ, радиомодем, и расположенному на боковой части матраса.

Далее рассматриваются варианты компоновок размещения заявленных чувствительных датчиков.

35 В предпочтительном варианте, для корректного определения частоты пульса пьезочувствительная лента может располагаться в трех верхних зонах: зоне головы, груди и поясницы (фиг. 3). Наиболее отчетливый сигнал выражен в районе зон головы и груди.

40 Пьезочувствительная лента может располагаться на поверхности матраса, внутри или под ним. При этом, в случае расположения датчика под матрасом требуется обеспечить (подобрать) такие параметры модуля аналоговой обработки сигнала датчика, которые позволят обеспечить необходимый уровень сигнала на входе центрального процессора (ЦП).

В предпочтительном варианте, датчик изгиба размещается на матрасе в зоне груди пользователя.

45 Варианты с загибанием датчика допускаются, но не рекомендуются производителем, так как это может привести к механическому повреждению чувствительного элемента.

Возможные варианты расположения датчиков:

- поперечное расположение - когда ленточный датчик располагается поперек всего

матраса или одного спального места (для двуспального матраса);

- диагональное расположение - когда ленточный датчик располагается под углом к вертикальной оси спального места;

5 - продольное расположение - когда ленточный датчик располагается вдоль (посередине) спального места.

Наиболее предпочтительным вариантом является поперечное расположение датчиков, когда оба датчика располагаются поперек матраса в зоне груди, а процессорный блок устанавливается сбоку матраса (фиг. 1).

10 При реализации предлагаемого устройства достигается возможность мониторинга широко спектра жизненно важных биофизических показателей пользователя, высокая точность их определения без негативного влияния на характеристики и свойства матраса, снижение трудоемкости встраивания в матрасы различной категории и возможность распространения устройства среди широкого круга потребителей.

15 (57) Формула полезной модели

1. Устройство регистрации биофизических показателей человека в течение сна, включающее в себя чувствительные датчики, подключенные к процессорному блоку, отличающееся тем, что в качестве датчиков используются пьезочувствительная лента и многоканальный ленточный датчик изгиба.

20 2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что процессорный блок включает центральный процессор, модули аналоговой обработки выходных сигналов пьезоэлектрического датчика и датчика изгиба, причем модули аналоговой обработки выходных сигналов пьезоэлектрического датчика и датчика изгиба связаны с центральным процессором и входом на аналогово-цифровой преобразователь.

25 3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что содержит модуль связи с мобильным устройством, который выполнен в виде радиомодема.

4. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что в процессорный блок встроена аккумуляторная батарея.

30 5. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что процессорный блок имеет USB-порт для подачи питающего напряжения 5 В.

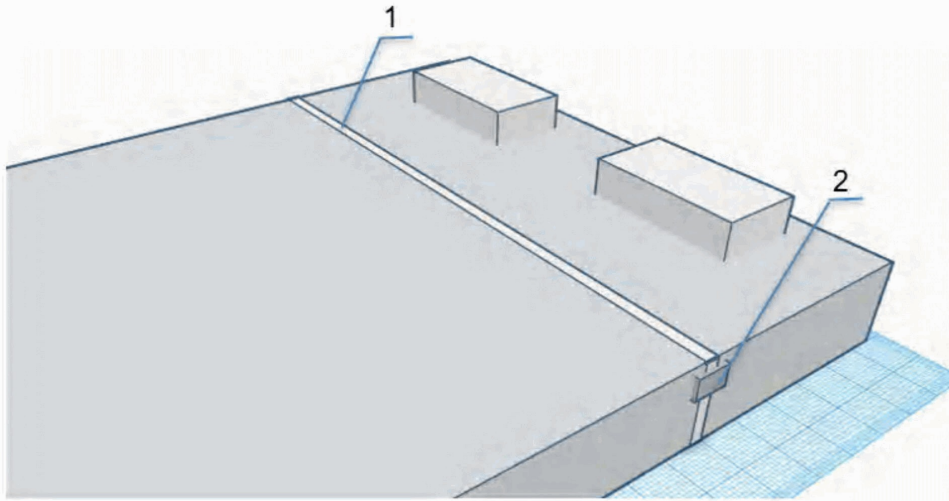
6. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что в процессорный блок встроены акселерометр.

35

40

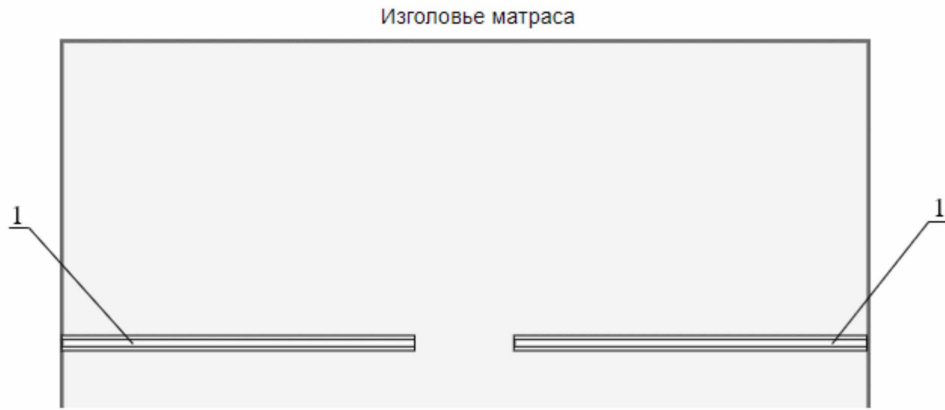
45

1

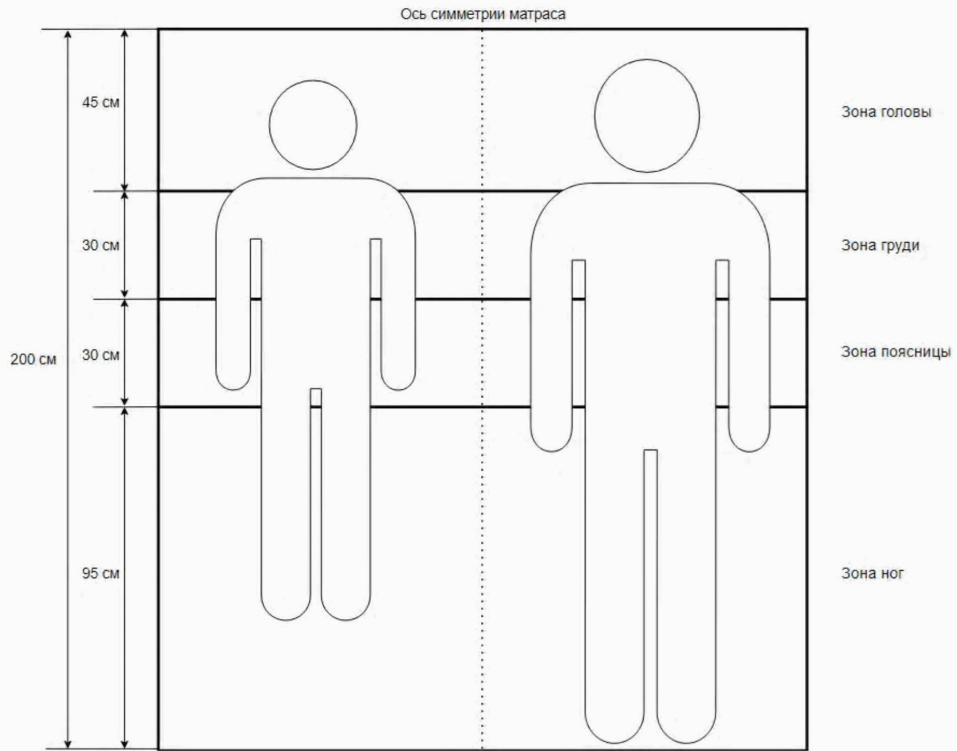


фиг. 1

2



фиг. 2



фиг. 3