



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

A61B 5/296 (2024.01); A61H 23/02 (2024.01); A41B 1/00 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2023118203, 11.07.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.07.2023Дата регистрации:
15.02.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.07.2023

(45) Опубликовано: 15.02.2024 Бюл. № 5

Адрес для переписки:

603106, г. Нижний Новгород, а/я 15, ООО
Патентно-правовая фирма "Петухов и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

Пимашкин Алексей Сергеевич (RU),
Сесекин Георгий Николаевич (RU),
Хоружко Максим Алексеевич (RU),
Казанцев Виктор Борисович (RU),
Гордлеева Сусанна Юрьевна (RU),
Кастальский Иннокентий Алексеевич (RU),
Ли Август Николаевич (RU),
Лобов Сергей Анатольевич (RU),
Миронов Василий Иванович (RU),
Мищенко Михаил Андреевич (RU),
Салихов Рустэм Альбертович (RU),
Храмов Александр Евгеньевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
"ЭйваЛаб" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 11638676 B2, 02.05.2023. CN
211409041 U, 04.09.2020. US 10973413 B2,
13.04.2021. CN 205107646 U, 30.03.2016. WO
2005032447 A2, 14.04.2005. DE 4214263 A1,
04.11.1993. RU 2700089 C1, 12.09.2019.

(54) Устройство в виде предмета одежды для регистрации и коррекции активности мышц

(57) Реферат:

Полезная модель относится, преимущественно, к области медицины, в том числе спортивной и восстановительной, и позволяет регистрировать и корректировать активность мышц. Сущность полезной модели: предмет одежды для регистрации и коррекции активности мышц включает сенсоры регистрации биометрических сигналов, в частности электромиограмм, блок управления и стимуляторы мышц, при этом в качестве стимуляторов он содержит вибромоторы, а блок управления представляет собой микрокомпьютер и реализует функции получения, обработки, анализа сигналов и формирования команд управления с помощью программного модуля

обработки и анализа сигналов и программного модуля настройки протокола управления вибромоторами, связанных между собой внутри микрокомпьютера и использующих память микрокомпьютера для обмена и хранения информации, при этом, в устройство дополнительно включён, содержащий в своем составе коммутатор модуль управления вибромоторами, который расположен между выходами устройства управления и входами вибромоторов, а входы/выходы блока управления выполнены с возможностью соединения посредством радиосвязи с внешним устройством, с которого запускается работа устройства, кроме того, система включает блоки приема и усиления

электромиограмм и блоки формирования и передачи данных. Блок приема и усиления ЭМГ сигналов может быть выполнен в виде аналогового преобразователя сигналов. Блок формирования и передачи данных предпочтительно включает в себя аналого-цифровой преобразователь, порты ввода/вывода, микропроцессор, встроенную антенну. Предмет одежды может быть выполнен из растяжимого

и/или компрессионного материала, содержащего основу, позволяющую на местах расположения сенсоров, обеспечить их плотное прилегание к коже пользователя, чтобы сенсоры воспринимали сигналы, вызванные активностью мышц пользователя. Вибромоторы представляют из себя вибромоторы с линейно-резонансным приводом. 3 з.п. ф-лы, 8 ил.

R U 2 2 3 3 6 9 U 1

R U 2 2 3 3 6 9 U 1

Полезная модель относится, преимущественно, к области медицины, в том числе спортивной и восстановительной, и позволяет регистрировать и корректировать активность мышц.

5 Принцип электромиографии для регистрации слабого надкожного потенциала при напряжении мышц используется в медицине уже более 70 лет и только недавно с появлением нового класса миниатюрной микроэлектроники стали появляться миниатюрные носимые системы регистрации и декодирования активности мышц для управления протезами и экзоскелетами.

10 В спорте представлена одежда с интегрированными сенсорами электромиограммы (ЭМГ), которая позволяет осуществить мониторинг активности выбранных мышц во время тренировок. Подобный подход совмещения носимых устройств для спорта стал активно развиваться в последние годы во всем мире.

15 В данной области наибольших успехов достиг разработанный компанией MAD Apparel (США) костюм Athos, который позволяет вести мониторинг нагрузки мышц в реальном времени, визуализируемый на смартфоне, и собирать статистику для ускорения тренировок. Компания Delsys представила миниатюрные сенсоры, которые могут крепиться на выбранные мышцы для мониторинга активности во время тренировки. Также, данные системы позволяют реализовать корректировку и обучение движениям человека в реальном времени только за счет визуальной обратной связи - изображения 20 активности мышц на мониторе.

Недостатком вышеописанных систем является то, что при работе с большим количеством мышечных единиц или при работе в условиях поражений ЦНС и снижения возможностей контроля не всегда можно полагаться только на обратную связь, поступающую через зрительный анализатор.

25 При формировании многоканальных паттернов сигналов обратной связи для групп мышц зрительный анализ данных будет малоэффективным. Такой метод имеет высокую временную задержку и требует постоянного взаимодействия с дополнительными устройствами (компьютер, ноутбук, планшет), что ограничивает спектр возможной двигательной активности и сужает потенциал применения данного метода в целом.

30 В медицине для подобной задачи используется вибротактильная обратная связь, реализованная с помощью виброактуаторов.

В существующих работах отмечается простота такого метода биологической обратной связи (БОС) с технической точки зрения. Кроме того, вибрационное воздействие более физиологично, схоже с проприорецепцией, и обладает преимуществом 35 разделения на «информационные» каналы.

Также, совмещение регистрации сигналов ЭМГ от множества мышц и вибротактильной обратной связи на носимой одежде до сих пор реализовано не было и является прорывным шагом в данной области техники.

40 Известно изобретение «Устройство управления нейрореабилитационным тренажером верхней конечности человека» по патенту RU 2644294 А61Н 3/00, А61В 5/0488, А61F 2/68, А61Н 1/0244, А61В 5/165,

45 Задачей данного технического решения является повышение эффективности нейрореабилитации при заболеваниях и поражениях ЦНС, приводящих к двигательному дефициту верхней и нижней конечности. Задача решена за счет того, что устройство управления нейрореабилитационным тренажером верхней конечности человека содержит сенсорные датчики (синонимы: сенсоры, датчики) измерения электромиографического сигнала, расположенные на сгибательных и разгибательных поверхностях плеча и предплечья и подключенные через последовательно установленные блок регистрации

и обработки электромиографического сигнала и блок фильтрации шумов электромиографического сигнала к входу блока выделения частоты электромиографического сигнала, блок принятия решения о движении в соответствии с зарегистрированным электромиографическим сигналом, подключенный через блок
5 управления приводами к приводам верхней конечности, отличающееся тем, что блок выделения частоты электромиографического сигнала связан с блоком принятия решения через параллельно подключенные блоки определения фоновой мощности электромиографического сигнала и определения активной мощности электромиографического сигнала.

10 Недостатком данного решения является нацеленность исключительно на реабилитацию конечности человека. Сигналы управления приводами формируются через сравнение в блоке принятия решения фоновой мощности электромиографического сигнала и активной мощности электромиографического сигнала. Управление приводами устройства в этом случае является пороговым, и мощность привода не зависит от
15 активной мощности электромиографического сигнала, а только от превышения порогового значения блока принятия решения. У данного решения отсутствует возможность выбора протокола включения сигналов управления приводами при активации различных мышц. Кроме того, данное решение одновременно работает исключительно на одной конечности и не позволяет осуществлять тренировку более
20 сложных движений.

Известно техническое решение, известное из патентного документа US 2015148619 A1, A61B 5/00, A61B 5/0205, A61B 5/11, A61B 5/0478, A61B 5/04, A61B 5/0496, A61B 5/0492, A61B 5/0408, 2015, СИСТЕМА И СПОСОБ МОНИТОРИНГА
25 **БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ**, сущность которого заключается в том, что система для мониторинга биометрических сигналов пользователя содержит предмет одежды, сконфигурированный для ношения пользователем и содержащий монтажный модуль, имеющий ряд соединительных областей; набор биометрических датчиков, соединенных с одеждой и сконфигурированных для связи с массивом соединительных
30 областей для приема и передачи биометрических сигналов, указывающих на мышечную активность пользователя; и портативный модуль управления, выполненный с возможностью присоединения к предмету одежды в первой конфигурации и отсоединения от предмета одежды во второй конфигурации и содержащий: корпус, содержащий множество отверстий; набор контактов, каждый из которых включает в
35 себя первую область, которая герметично закрывает по меньшей мере одно из множества отверстий и соединяется по меньшей мере с одной из множества соединительных областей в первой конфигурации, и электронную подсистему, соединенную с корпусом и сообщающуюся с второй областью каждого контакта.

Недостатком данного предмета одежды (устройства) является то, что функция, которую выполняет данное устройство – мониторинг, поэтому в данном устройстве
40 отсутствует модуль выбора протокола управления обратной связью, что не позволяет устанавливать параметры обратной связи: пороги, интенсивность и частоту воздействия. Кроме того, данное устройство реализует биологическую обратную связь, основываясь лишь на визуальном представлении мышечной активности и не использует другую эффективную составляющую – вибротактильную обратную связь, включаемую
45 активностью мышц.

Известно изобретение по патентной заявке US 2015366504 A1, МПК А61В 5/00; А61В 5/0488; А61В 5/11, оп. 24.12.2015 «Электромиографическая одежда», имеющая в составе: предмет одежды с совмещенными с ней сенсорами и стимуляторами, провода или

контактные проводящие дорожки, проходящие между электрическими контактами элементов системы; расположенные на предмете одежды блоки приема и усиления ЭМГ сигналов, блоки формирования и передачи данных, устройство управления, где сенсоры, блоки приема и усиления ЭМГ сигналов и блоки формирования и передачи данных соединены последовательно между собой и все выходы блоков формирования и передачи данных соединены с информационными входами устройства управления, при этом устройство управления представляет собой микрокомпьютер и реализует функции получения, обработки, анализа сигналов и формирования команд управления (для управления протезом, управление аватаром) с помощью программного модуля обработки и анализа сигналов и программного модуля настройки протокола управления стимуляцией (обратная связь и обеспечение обучения физической активности, система может применяться для реабилитации), связанных между собой внутри микрокомпьютера и использующих память микрокомпьютера для обмена и хранения информации, также в состав системы входит внешнее устройство с которого запускается работа системы согласно разработанного заранее протокола (удаленный блок обработки данных, который анализирует данные для измерения или моделирования, входы/выходы которого имеют соединения с входами/выходами устройства управления посредством радиосвязи).

У данного технического решения тот же недостаток, что и у предыдущего аналога – только измерение движения тела и/или мышечной активности.

В качестве прототипа выбрано устройство для передачи стимулов, то есть устройство для приема электрических сигналов от тела и для передачи электрических сигналов к телу (заявка US 2018036531 (A1), МПК А61В 5/0205; А61В 5/296; А61В 5/332; А61N 1/04; А61N 1/36; G01S1 9/19; G06F 19/00; G06F 3/01, оп. 08.02.2018).

Известное портативное устройство для передачи сигналов электростимуляции мышц в тело человека для тренировки указанного тела и для управления импульсами стимуляции во время стимуляции пользователя содержит: по меньшей мере датчик, по меньшей мере блок обработки данных (устройство управления), по меньшей мере импульсный блок и один или несколько электродов для электрической стимуляции мышц, при этом: а) датчик подходит для измерения одного или нескольких значений измерения; б) блок обработки данных сконфигурирован для генерирования управляющего сигнала для импульсного блока в зависимости от измеренного(ых) значения(ий) от датчика или датчиков; с) импульсный блок подходит для запуска импульсов электростимуляции мышц и сконфигурирован для изменения одного или нескольких параметров импульса электростимуляции мышц в зависимости от управляющего сигнала, при этом выполняется сравнение между значением (значениями) измерения и пороговым значением, электроды, датчик, блок обработки данных или импульсный блок или все четыре из них прикреплены к предмету одежды, и устройство дополнительно содержит блок визуализации для представления виртуальной реальности.

В заявке указано, что все варианты осуществления, в которых предметом являются стимулы электромышечной стимуляции, также включают другие тактильные стимулы, такие как тактильные стимулы и, в частности, также вибрационные стимулы. Однако варианты осуществления, описанные в настоящем описании, предпочтительно относятся к электромышечной стимуляции, а передаваемые стимулы предпочтительно являются стимулами электромышечной стимуляции, даже если в отдельных вариантах осуществления говорится о тактильных стимулах.

Известное решение не рассматривает и не развивает (и для него это не описано) специфику использования вибромоторов для коррекции (стимулирования) большого

количества мышц.

Способ управления импульсами стимуляции во время стимуляции пользователя с использованием устройства (системы), описанного выше, в котором импульсный блок запускает один или несколько импульсов стимуляции, причем указанный способ

5 включает следующие этапы:

- a. измерение того или иного значения,
- b. сравнение значения измерения с пороговым значением,
- c. генерирование управляющего сигнала, если значение измерения и пороговое значение имеют predetermined взаимосвязь друг с другом,

10 d. изменение параметра импульса стимуляции в зависимости от управляющего сигнала.

Задачей, стоящей перед разработчиком предлагаемого технического решения, являлось создание устройства, которое позволит на основании данных, снятых с сенсоров (датчиков), отслеживающих степень напряжения мышц, воздействовать на конкретные мышцы по принципу обратной связи по выбранному Протоколу, а при необходимости - визуализировать показания, определять правильность выполнения различных упражнений и движений в сравнении с эталонными, что позволит повысить эффективность нейрореабилитации при заболеваниях и поражениях ЦНС, приводящих к двигательному дефициту, а также улучшить эффективность тренировок

20 профессиональных спортсменов.

Указанная задача решается устройством в виде предмета одежды для регистрации и коррекции активности мышц, включающего сенсоры регистрации биометрических сигналов, в частности электромиограмм, блок управления и стимуляторы мышц, в котором, согласно предложению, в качестве стимуляторов содержатся вибромоторы, а блок управления представляет собой микрокомпьютер и реализует функции получения, обработки, анализа сигналов и формирования команд управления с помощью программного модуля обработки и анализа сигналов и программного модуля настройки протокола управления вибромоторами, связанных между собой внутри микрокомпьютера и использующих память микрокомпьютера для обмена и хранения информации, при этом, в устройство дополнительно включён, содержащий в своем составе коммутатор модуль управления вибромоторами, который расположен между выходами устройства управления и входами вибромоторов, входы/выходы блока управления выполнены с возможностью соединения посредством радиосвязи с входами/выходами внешнего устройства, с которого запускается работа устройства в соответствии с разработанным заранее протоколом, программный модуль обработки и анализа сигналов предназначен для анализа и вычисления заданных показателей и характеристик активности пользователя и контроля правильности выполнения упражнений, формирования команд управления устройствами обратной связи, вывода вычисленных показателей на внешние устройства, программный модуль настройки протокола управления вибромоторами предназначен для выбора одного варианта управления вибромоторами из всех программ, имеющихся в памяти микрокомпьютера, в том числе программы для реабилитации поврежденных мышц или программы для тренировки движений, модуль управления вибромоторами, имеет возможность задания до 15 уровней интенсивности воздействия вибромоторов, кроме того, система включает блок приема и усиления ЭМГ и блок формирования и передачи данных.

45 Блок приема и усиления ЭМГ сигналов выполнен в виде аналогового преобразователя сигналов.

Блок формирования и передачи данных включает в себя аналого-цифровой

преобразователь, порты ввода/вывода, микропроцессор, встроенную антенну.

Предмет одежды выполнен из растяжимого и/или компрессионного материала, содержащего основу, позволяющую на местах расположения сенсоров, выполненных в виде электропроводящих контактных площадок, или фрагментов одежды, встроенных в предмет одежды, или элементов, расположенных на ее внутренней поверхности, быть выполненными как гибкими, так и жесткими, обеспечить их плотное прилегание к коже пользователя, чтобы сенсоры воспринимали сигналы, вызванные активностью мышц пользователя.

Вибромоторы представляют из себя вибромоторы с линейно-резонансным приводом. Технический результат от использования устройства выражается в расширении функциональных возможностей – в регистрации уровня мышечной активности мышц в памяти устройства управления, и далее эта информация может передаваться на внешнее устройство, и непрерывной стимуляция мышц вибромоторами, управляемыми сигналами, поступающими на их входы через модуль управления вибромоторами, содержащий коммутатор. Входы модуля управления вибромоторами соединены с выходами устройства управления.

Предмет одежды для регистрации и коррекции активности мышц и его работа поясняется чертежами.

На фиг. 1 показана функциональная схема устройства.

На фиг. 2 показан общий вид предмета одежды для регистрации и коррекции активности мышц.

На фиг. 3 показаны готовые сенсоры на предмете одежды с наружной стороны.

На фиг. 4 показаны готовые сенсоры на предмете одежды с внутренней стороны.

На фиг. 5 показан опытный образец предмета одежды для регистрации и коррекции активности мышц.

На фиг. 6 показан пример записи сигнала на выходе усилительного канала блока приема и усиления ЭМГ сигнала, записанного при сокращении мышцы.

На фиг. 7 показан пример записи активной мощности электромиографического сигнала на выходе модуля обработки и анализа сигналов, записанного при сокращении 4-х мышц.

На фиг. 8 показан пример записи активной мощности электромиографического сигнала мышц предплечья правой руки на выходе модуля обработки и анализа сигналов, записанного при выполнении тестового упражнения сжимания/разжимания эспандера при выполнении пользователем задачи удерживать мощность в пределах порогового значения при отсутствии и наличии вибротактильной обратной связи. График процентов ошибок при выполнении указанного упражнения при отсутствии и наличии вибротактильной обратной связи.

Предмет одежды 1 для регистрации и коррекции активности мышц содержит закреплённые на нём сенсоры 2, провода или контактные проводящие дорожки 4, проходящие между электрическими контактами элементов системы, блоков приема и усиления ЭМГ сигналов 6, блоков формирования и передачи данных 7, блока управления 5, модуля управления вибромоторами 10 и вибромоторов 11.

К предмету одежды 1 может быть подключено внешнее устройство 12, связанное с устройством управления 5 через блютуз.

Предмет одежды 1 может быть выполнен из растяжимого и/или компрессионного материала, содержащего основу, позволяющую на местах расположения сенсоров 2, выполненных в виде электропроводящих контактных площадок (или фрагментов одежды, встроенных в предмет одежды 1, или элементов, расположенных на ее

внутренней поверхности), быть выполненными как гибкими, так и жесткими, обеспечить их плотное прилегание к коже пользователя, чтобы сенсоры 2 воспринимали сигналы, вызванные активностью мышц пользователя.

5 Блок приема и усиления ЭМГ сигналов 6 выполнен в виде аналогового преобразователя сигналов, и предназначен для усиления и предобработки (нормировки и фильтрации) зарегистрированного сигнала, поступающего с мышцы через сенсор 2, что приводит сигнал к состоянию, пригодному для анализа и вычисления существенных показателей и характеристик активности мышц и контроля правильности выполнения упражнений.

10 Блок формирования и передачи данных 7 включает в себя все необходимые компоненты для обработки и передачи данных: аналого-цифровой преобразователь (АЦП), порты ввода/вывода, микропроцессор, встроенную антенну и предназначен для передачи обработанных данных.

15 Информационные входы блока управления 5 соединены с выходами блоков формирования и передачи данных 7, которые последовательно соединены с блоками приема и усиления ЭМГ и соответственно с сенсорами 2.

Блок управления 5 представляет собой микрокомпьютер и реализует функции получения, обработки, анализа сигналов и формирования команд управления с помощью программного модуля обработки и анализа сигналов 8 и программного модуля 9
20 настройки Протокола управления вибромоторами 11, связанных между собой внутри микрокомпьютера и использующих память микрокомпьютера 3 для обмена и хранения информации.

Модуль обработки и анализа сигналов 8 предназначен для анализа и вычисления заданных показателей и характеристик активности пользователя и контроля
25 правильности выполнения упражнений, формирования команд управления устройствами обратной связи, вывода вычисленных показателей на внешние устройства.

Модуль 9 настройки Протокола управления вибромоторами 11 используется для выбора одного варианта управления вибромоторами 11 из всех программ, имеющих в памяти микрокомпьютера 3: программы для реабилитации поврежденных мышц,
30 программы для тренировки движений и других программ, необходимых пользователям системы.

Модуль 10 управления вибромоторами 11 имеет в своем составе коммутатор (не показан), через который подается управляющий сигнал от блока управления 5 на вибромоторы 11. Модуль 10 управления вибромоторами 11 позволяет включать/
35 выключать любой из вибромоторов 11. При включении вибромоторов 11 имеется возможность задания до 15 уровней интенсивности воздействия для более комфортной настройки под конкретного пользователя.

Вибромоторы 11 представляют из себя вибромоторы с линейно-резонансным приводом диаметром 10 мм.

40 На поверхности предмета одежды 1 установлены: устройство управления 5, блоки приема и усиления ЭМГ сигналов 6, блоки формирования и передачи данных 7, модуль 10 управления вибромоторами и вибромоторы 11, соединенные посредством электрических соединений 4 согласно схеме, представленной на фиг. 1, где сенсоры 2 соединены с блоками приема и усиления ЭМГ сигналов 6, блоки приема и усиления ЭМГ сигналов 6 – с блоками формирования и передачи данных 7, блоки формирования
45 и передачи данных 7 – с блоком управления 5, блок управления 5 – с модулем 10 управления вибромоторами 11. Количество блоков 6 и 7 совпадает с количеством сенсоров 2 и блок управления 5 имеет беспроводную связь с внешним устройством 12

через блютуз.

Входы блока управления 5 разделены на сигнальные и управляющие. Сигнальные входы блока управления 5 являются сигнальными входами модуля обработки 8 и сигнальными входами внешнего устройства 12. На сигнальные входы поступают

5 сигналы активности мышц пользователя, зарегистрированные сенсорами 2.

Управляющие входы устройства управления 5 предназначены для получения настроек от внешнего устройства 12.

Управляющие выходы модуля обработки и анализа сигналов 8 соединены со входами модуля 10 управления вибромоторами 11, выходы которого, в свою очередь, соединены

10 со входами вибромоторов 11, установленных на выбранных пользователем мышцах.

Непосредственно модуль 9 настройки Протокола управления вибромоторами 11 через блютуз соединяется с выходами внешнего устройства 12.

Ниже представлен пример осуществления устройства.

Предмет одежды 1 может быть выполнен из растяжимого и/или компрессионного

15 материала, содержащего основу, позволяющую на местах расположения сенсоров 2 обеспечить их плотное прилегание к коже пользователя, чтобы тем самым максимально снизить движение сенсоров относительно кожи и уменьшить в регистрируемом сигнале влияние внешних воздействий, вызванных движением сенсоров. Например, в качестве

предмета одежды 1 использовалась футболка из материала бифлекс (состав материала

20 85% Poliamid и 15% Elastan).

Для создания сенсоров 2 может быть использован многослойный материал на основе токопроводящей резины в комбинации резина-ткань-резина. Например, для создания сенсоров использовался многослойный материал для регистрации миографических сигналов на основе токопроводящей резины в комбинации резина-ткань-резина. От

25 многослойного электрода отпарывалась тканевая подкладка, а затем вырезались круглые детали диаметром 22 мм. Один из кругов из токопроводящей резины приклеивался на ткань предмета одежды с изнаночной стороны силиконом Момент-

Гермент, выдерживался под гнетом так, что силикон заметно пропитывался сквозь волокна ткани и пришивался нитками крест на крест. Далее осуществлялась подводка

30 провода в силиконовой трубке по внешней поверхности предмета одежды непосредственно к электроду. Трубка наполнялась силиконом Момент-Гермент и сплющивалась на конце для герметизации. Далее с помощью тонкого шила с крючком провод сквозь приклеенный и пришитый участок токопроводящей резины протягивался

на изнаночную сторону, конец провода длиной 2 см освобождался от изоляции,

35 распушался и приклеивался по центру к указанному кругу токопроводящей резины, предварительно обезжиренному. Затем это место закрывалось таким же кругом из токопроводящей резины, намазанной клеем за исключением центра круга, который оставлен сухим для сохранения хорошего контакта провод – электрод. Склейка снова помещалась под гнет. Готовые сенсоры на предмете одежды с наружной и внутренней

40 стороны представлены на фиг. 2 и на фиг. 3.

В устройство регистрации активности 4-х мышц входит не менее 4-х сенсоров сигналов ЭМГ, а для стимуляции мышц вибротактильными сигналами 11 имеется не менее 4-х вибромоторов.

В качестве вибромоторов 11 использовались вибромоторы с линейно-резонансным

45 приводом диаметром 10 мм.

В качестве блока приема и усиления ЭМГ сигналов 6 используется усилитель, изготовленный на основе инструментального усилителя INA128, дополненного схемой смещения выходного сигнала, буферным повторителем и фильтром нижних частот.

В качестве блока формирования и передачи данных 7 используется интегральный модуль Bluetooth v. 4.0 и включает в себя все необходимые компоненты для обработки и передачи данных: аналого-цифровой преобразователь (АЦП), порты ввода/вывода, микропроцессор, встроенную антенну.

5 Многоканальный коммутатор реализован на базе микросхемы ULN2803A фирмы Texas Instruments. Микросхема позволяет независимо коммутировать нагрузку током до 500 мА на каждый канал. Имеется встроенная защита от выбросов при коммутировании индуктивной нагрузки, что важно при коммутации вибромоторов, так как их обмотки являются индуктивностями.

10 Все вибромоторы 11 имеют общее подключение к положительному полюсу источника питания, а для включения выбранного вибромотора 11 коммутатор 10 подключает его к клемме «земля». Включение вибромотора 11 осуществляется по высокому уровню сигнала на входе коммутатора. Для получения возможности управления интенсивностью стимуляции в модуле обработки и анализа сигналов 8 реализован алгоритм широтно-импульсной модуляции (ШИМ) - способ управления мощностью, подводимой к нагрузке, путём изменения скважности импульсов. К примеру, для более слабой интенсивности работы вибромотора, он активируется короткими импульсами. Если же необходимо получить более высокую интенсивность, то ширина импульсов увеличивается. Индуктивность обмоток моторов и их механическая инерция работают в качестве
15 низкочастотного фильтра, делая импульсы ШИМ незаметными для пользователя. Для каждого вибромотора счетчик ШИМ инициализируется своим значением, устанавливаемым командой включения вибростимуляции.

Работа устройства (предмета одежды) для регистрации и коррекции активности мышц, описанной в первой части заявки, заключается в регистрации сигналов активности
25 от контролируемой группы мышц, контактирующих с сенсорами 2, которые передаются в аналоговый блок приема и усиления ЭМГ сигнала 6, в котором выполняется анализ амплитуды и частоты полученных сигналов, далее - в цифро-аналоговый блок формирования и передачи данных 7, где они преобразуются в цифровую форму и подаются на вход блока управления 5, представляющего собой микрокомпьютер. Затем
30 эти сигналы передаются для анализа и вычисления существенных показателей и характеристик активности (мощность, частота сокращения и др.) мышц пользователя в модуль 8 обработки и анализа сигналов блока управления 5. Там они сравниваются с сигналами, записанными в памяти микрокомпьютера 3 и на основании этого сравнения формируются параметры сигналов обратной связи в виде параметров интенсивности,
35 частоты, длительности работы вибромоторов 11 подаются с программного модуля обработки и анализа сигналов 8 на выходы блока управления 5, соединенные со входами модуля 10 управления вибромоторами 11.

В модуле 8 обработки и анализа сигналов может быть реализован непрерывный или пороговый метод воздействия на мышцы.

40 Ниже представлен пример работы устройства.

Блок формирования и передачи данных 7 производит оцифровку ЭМГ сигналов, поступающих с блока приема и усиления ЭМГ сигналов 6, используя встроенный в блок формирования и передачи данных 7 АЦП и передает полученные данные в оперативную память блока управления 5. Также блок 7 формирует пакеты данных и
45 осуществляет их передачу по радиоканалу на внешнее устройство 12. На блок управления 5 поступают команды настроек и управления, передаваемые на модуль 9 настройки Протокола управления вибромоторами 11.

При запуске работы программ модуля 8 обработки и анализа сигналов выполняются

следующие задачи относительно модуля управления вибромоторами 10:

предварительная фильтрация данных для устранения влияния постоянной составляющей сигнала;

расчет уровня сигнала, который сравнивается с заданными критериями;

5 по результатам сравнения рассчитанного уровня сигнала устанавливаются параметры широтно-импульсной модуляции (ШИМ) для передачи на модуль 10 управления вибромоторами 11;

передаются обработанные данные на внешнее устройство управления и вывода информации 12, если оно было подключено;

10 передаются команды настроек и управления от внешнего устройства управления и вывода информации 12 на модуль 8 обработки и анализа сигналов и модуль 10 управления вибромоторами 11.

В ПО модуля 8 обработки и анализа сигналов реализованы два метода воздействия, в зависимости от степени напряжения мышц пользователя: непрерывный; пороговый.

15 Выбор метода воздействия определяется при помощи модуля 9 настройки Протокола управления вибромоторами 11 заданием параметров системы для любого из вибромоторов 11 независимо, и метод может быть изменен в процессе работы системы.

Непрерывный метод позволяет регулировать интенсивность обратной связи в соответствии с текущим уровнем активности мышцы пользователя. Изменение
20 интенсивности происходит в реальном времени с небольшой задержкой, определяемой шириной окна RMS.

Пороговый метод позволяет выбирать интенсивность обратной связи в зависимости от установленных порогов уровня RMS. В ПО могут быть настроены два порога: нижний и верхний, которые делят диапазон значений RMS на три зоны - нижнюю,
25 среднюю и верхнюю. Каждой зоне присваивается интенсивность обратной связи и время стимуляции. При попадании измеренного значения RMS в соответствующую зону система вибростимуляции будет производить стимуляцию с соответствующим уровнем интенсивности и в течение указанного времени, что позволяет использовать различные стратегии стимуляции. Например, при уровне RMS ниже нижнего предела
30 система вибростимуляции будет подавать длинные импульсы низкой интенсивности. При уровне RMS в рамках пределов - установлена нулевая интенсивность, то есть вибростимуляция отключена, а при уровне RMS превышающем верхний предел, система вибростимуляции будет подавать частые короткие импульсы высокой интенсивности. Также в ПО модуля 8 обработки и анализа сигналов встроен защитный алгоритм,
35 предотвращающий включение стимуляции в случае превышения ЭМГ-сигналом установленного уровня, что может быть вызвано плохим контактом сенсоров с кожей пользователя. Уровень порога настраивается для каждого канала.

Модуль 10 управления вибромоторами 11 осуществляет обратную связь с пользователем при использовании предмета одежды 1 с помощью вибромоторов 11,
40 расположенных на предмете одежды 1 рядом с контролируемой мышцей.

Модуль 10 управления вибромоторами 11 позволяет независимо включать/выключать любой из модулей обратной связи. При включении вибромоторов 11 имеется возможность задания до 15 уровней интенсивности воздействия для более комфортной
настройки под конкретного пользователя. Модуль 10 управления вибромоторами 11
45 поддерживает два режима работы для корректировки движений: управляемый внешним устройством; автономный. В режиме управления с внешнего устройства модуль 10 управления вибромоторами 11 может получать команды управления извне по радиоканалу. В данном режиме внешнее устройство 12 может включать/выключать

любой канал стимуляции с требуемой интенсивностью. В автономном режиме модуль 10 управления вибромоторами 11 осуществляет управление вибромоторами 11 в соответствии с уровнями ЭМГ-сигнала, полученными сенсорами 2 через команды модуля 8 обработки и анализа сигналов. Имеется набор параметров управления, который позволяет гибко настроить связи между любым сенсором 2 и любым вибромотором 11, а также задать нужную реакцию. Параметры управления задаются при помощи модуля 9 настройки Протокола управления вибромоторами 11 с внешнего устройства управления и вывода информации 12, после чего устройство может работать без прямого управления извне.

В качестве внешнего устройства управления и вывода информации 12 используется, например, смартфон, персональный компьютер, очки дополненной реальности. Протокол передачи сигнала напряжения мышц на внешние устройства позволит дополнительно связывать систему с различными внешними устройствами: манипуляторами и системой ассистирования, электромеханическими протезами, устройствами бытовой электроники (игровые устройства, интерфейсы управления программами ПК и смартфонов) использовать сигнал управления любой мышцей по желанию пользователя, т.е. в новой степени реализовать понятие человеко-машинного взаимодействия.

В качестве программного обеспечения для предлагаемого устройства могут быть использованы следующие программные продукты: «Программа визуализации ЭМГ сигналов и обучения движениям с помощью стимуляции (Myoman)», рег. № RU 2022610589; «Программное обеспечение обработки ЭМГ сигналов и передачи по беспроводному каналу связи», рег. № RU 2022610601.

(57) Формула полезной модели

1. Устройство в виде предмета одежды для регистрации и коррекции активности мышц, включающее сенсоры регистрации электромиограмм, блок управления и стимуляторы мышц, отличающееся тем, что стимуляторы представляют собой вибромоторы, а блок управления представляет собой микрокомпьютер и выполнен с возможностью реализации функции получения, обработки, анализа сигналов и формирования команд управления с помощью программного модуля обработки и анализа сигналов и программного модуля настройки протокола управления вибромоторами, связанных между собой внутри микрокомпьютера и использующих память микрокомпьютера для обмена и хранения информации, при этом в устройство дополнительно включён модуль управления вибромоторами, содержащий коммутатор и расположенный между выходами блока управления и входами вибромоторов, а входы/выходы блока управления выполнены с возможностью соединения посредством радиосвязи с внешним устройством, выполненным с возможностью запуска работы устройства, кроме того, устройство включает блоки приема и усиления электромиограмм и блоки формирования и передачи данных, при этом блок формирования и передачи данных включает в себя аналого-цифровой преобразователь, порты ввода/вывода, микропроцессор, встроенную антенну, при этом устройство выполнено из материала с основой, обеспечивающей прилегание сенсоров к коже пользователя на местах их расположения таким образом, чтобы сенсоры воспринимали сигналы, вызванные активностью мышц пользователя.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что блок приема и усиления ЭМГ сигналов выполнен в виде аналогового преобразователя сигналов.

3. Устройство по любому из пп. 1, 2, отличающееся тем, что материал представляет

собой растяжимый и/или компрессионный материал.

4. Устройство по любому из пп. 1-3, отличающееся тем, что вибромоторы представляют из себя вибромоторы с линейно-резонансным приводом.

5

10

15

20

25

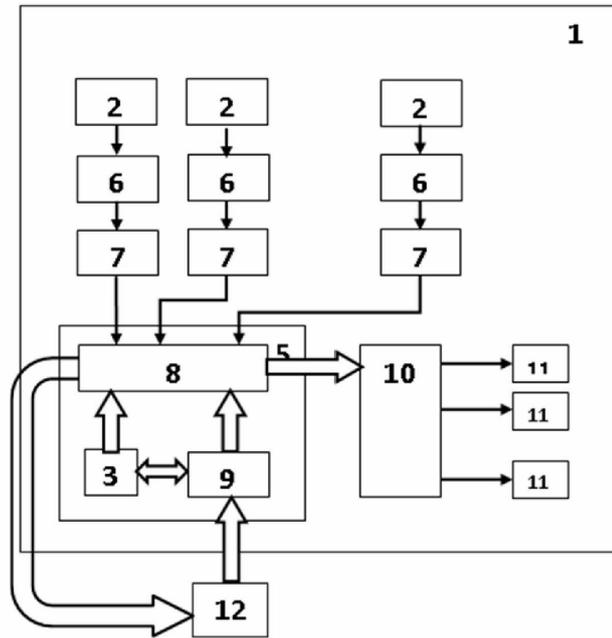
30

35

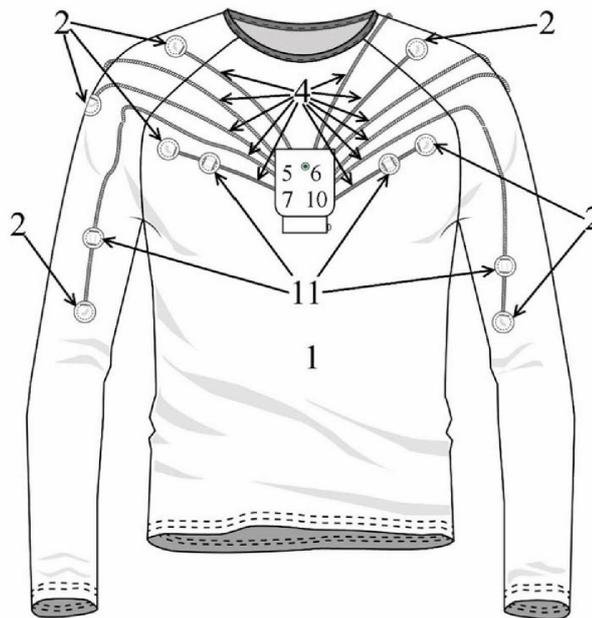
40

45

1

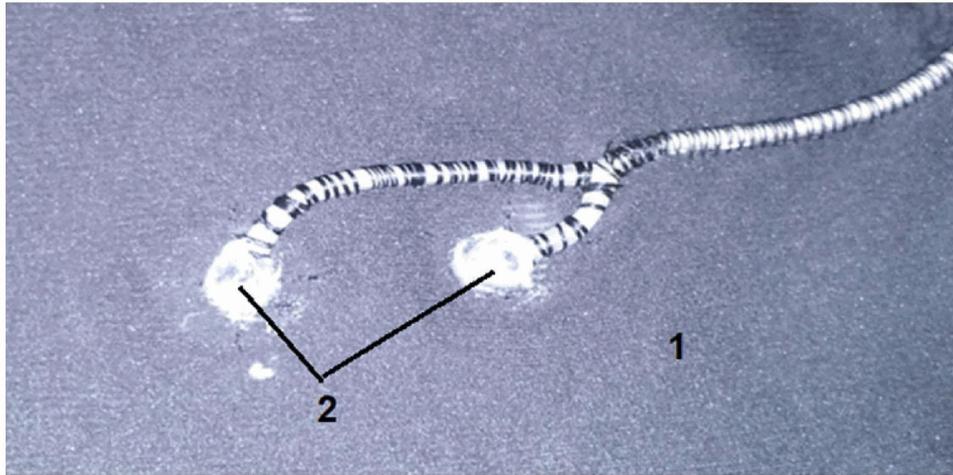


Фиг. 1

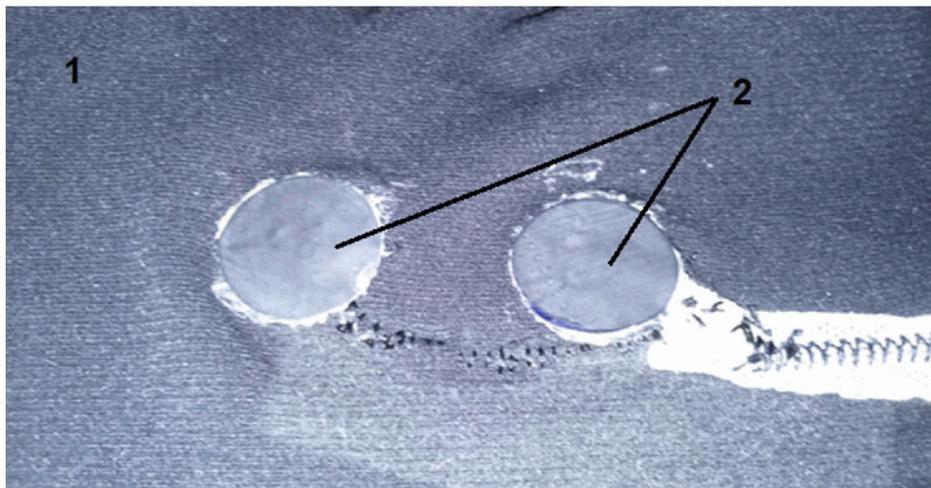


Фиг. 2

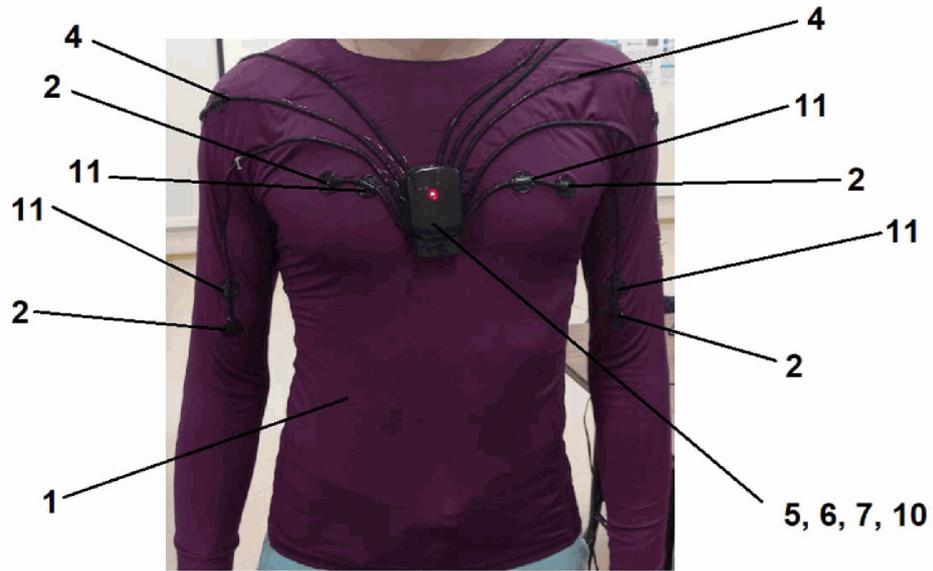
2



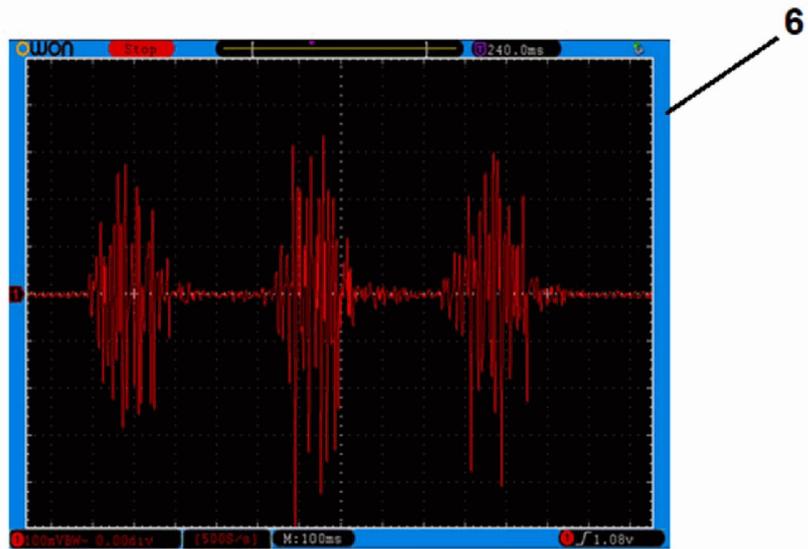
Фиг. 3



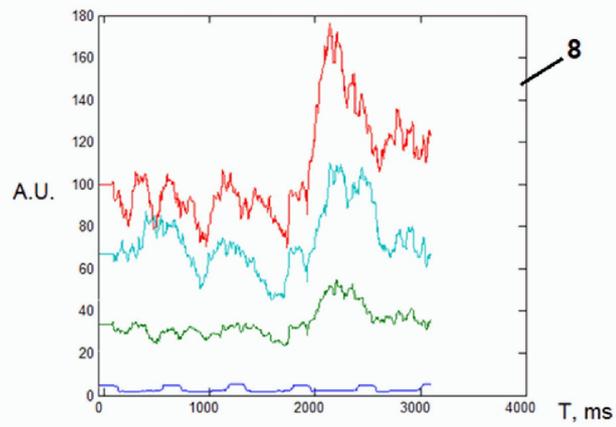
Фиг. 4



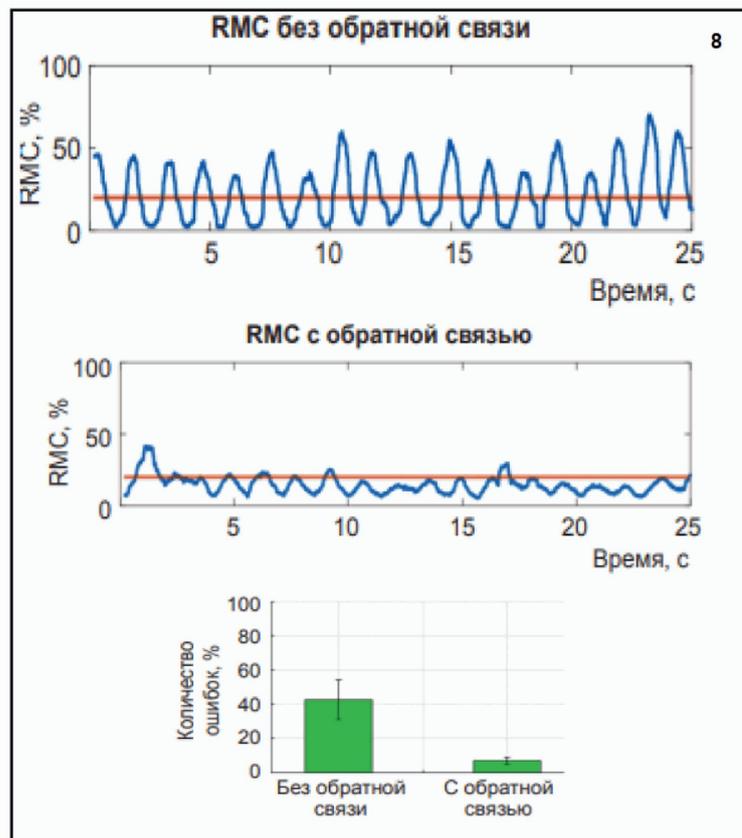
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8