

**ОПИСАНИЕ
ПОЛЕЗНОЙ
МОДЕЛИ К
ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **11563**

(13) **U8**

(48) **2018.02.28**

(51) МПК

A 61B 5/00 (2006.01)

(54)

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ И
МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССА ПОТОТДЕЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

(15) код ИНИД (72)

(45) 2017.10.30

(21) Номер заявки: u 20170184

(22) 2017.05.11

(46) 2017.10.30

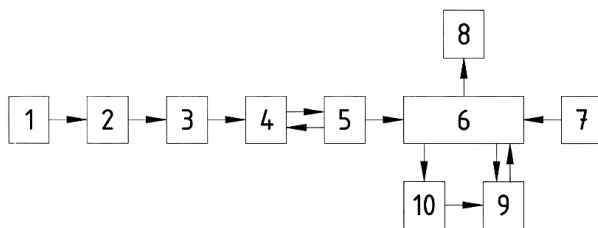
(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (ВУ)

(72) Авторы: Стасишина Анна Михайловна; Давыдов Максим Викторович; Стебунов Сергей Степанович; Осипов Анатолий Николаевич; Камышников Владимир Семёнович; Кашицкий Эдуард Степанович; Кульчицкий Владимир Адамович; Меженная Марина Михайловна; Давыдова Надежда Сергеевна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (ВУ)

(57)

Устройство для количественной оценки и мониторинга процесса пототделения человека, содержащее блок регистрации электрической емкости, аналого-цифровой преобразователь, блок передачи данных, блок приема данных, устройство управления, устройство ввода данных, устройство отображения информации, причем выход блока регистрации электрической емкости соединен с входом аналого-цифрового преобразователя, выход которого соединен с первым входом блока передачи данных, выход которого соединен с входом блока приема данных, первый выход которого соединен со вторым входом блока передачи данных, а второй выход - с первым входом устройства управления, первый выход которого соединен с входом устройства отображения информации, а второй вход - с выходом устройства ввода данных, **отличающееся** тем, что дополнительно содержит блок системы "емкостный датчик + адсорбирующий элемент", блок расчета влагосодержания адсорбирующего элемента, блок моделирования параметров системы "емкостный



Фиг. 1

ВУ 11563 U8 2018.02.28

датчик + адсорбирующий элемент", вход которого соединен со вторым выходом устройства управления, а выход - с первым входом блока расчета влагосодержания адсорбирующего элемента, второй вход которого соединен с третьим выходом устройства управления, а выход - с третьим входом устройства управления, выход блока системы "емкостный датчик + адсорбирующий элемент" соединен с входом блока регистрации электрической емкости.

(56)

1. Huang X. et al. Epidermal impedance sensing sheets for precision hydration assessment and spatial mapping // IEEE transactions on biomedical engineering. - 2013. - Vol. 60. - No. 10. - P. 2849-2857.

2. Патент US 20040171962, МПК (2006/01) А 61В 5/103, А 61В 5/117, А 61В 5/01, А 61В 5/107, А 61В 5/00, 2009.

3. Патент РБ BY 1334, МПК (2006/01) А 61В 10/00, 2004.

4. Sweat sensors will change how wearables track your health [Electronic resource] / IEEE Spectrum. - Mode of access: <http://spectrum.ieee.org/biomedical/diagnostics/sweat-sensors-will-change-how-wearables-track-your-health>. - Date of access: 04.08.2016.

5. Сташишина А.М. Средства верификации первичного гипергидроза на основе емкостного датчика с чувствительным адсорбирующим элементом: Автореф. дис. ... к-та тех. наук. - Минск, 2015. - 157 с.

Полезная модель относится к медицинской технике и может быть использована в диагностике гипергидроза, а также для экспресс-оценки и мониторинга потоотделительной функции кожи человека.

Известен "эпидермальный" датчик гидратации кожи [1], содержащий эластичную пленку (силикон), миниатюризированные электроды, измерительную электрическую цепь. Ультратонкая, эластичная пленка (силикон) с нанесенными на ней в матричном виде миниатюризированными, измеряющими импеданс электродами позволяет получать изображение (пространственное мультиплексированное картирование), иллюстрирующее степень гидратации исследуемого участка кожи человека. Структура известного датчика по своим физическим и механическим свойствам соответствует коже человека (эпидермису). Непосредственный контакт датчика с кожей осуществляется за счет сил Ван-дер-Ваальса (без применения давления на кожу), что обеспечивает высокую точность и достоверность результатов экспериментов.

Известный датчик обладает следующими недостатками. Во-первых, невозможность использования известного датчика при длительном контроле потоотделительного процесса кожи человека, что связано с уменьшением измеряемого значения импеданса исследуемого участка кожи с течением времени в результате накопления водяного пара под датчиком при трансэпидермальной потере воды. Во-вторых, зависимость результатов измерений от анатомо-физиологических особенностей строения кожи человека, таких как электролитный и биохимический состав межклеточной и внутриклеточной жидкостей, толщина рогового слоя эпидермиса, сеть капилляров в дерме и их кровенаполнение, распределение активных точек кожи, функциональное состояние центральной нервной системы, которое, в свою очередь, определяется эмоциональным состоянием человека.

Известно устройство для оценки гидратации кожи [2], содержащее датчик, микрокомпьютер, блок обработки данных. Датчик представляет собой множество емкостных микросенсоров, изолированных от кожи слоем диэлектрика. Каждый микросенсор (электрод прямоугольной формы) датчика передает информацию на микрокомпьютер, где она трансформируется в оттенки серого от 0 (черный цвет) до 255 (белый цвет). В целом они образуют изображение, отражающее текстуру кожи и уровень ее увлажненности. Чем

темнее изображение, тем влажность кожи выше. Гидратация кожи оценивается в условных единицах с помощью статистического анализа уровня серого в интересующем участке. Реализуемый в данном устройстве емкостный метод, основанный на измерении электрической емкости кожных покровов, обладает рядом преимуществ по сравнению с описанной в первом устройстве импедансометрией: обеспечивает отсутствие гальванического тока и поляризационных эффектов, независимость результатов измерений от составных компонентов кожи.

Недостатком известного устройства является отсутствие возможности накопления выделяемого человеком пота в течение определенного времени, что связано с испарением и растеканием пота по прилегающей к датчику поверхности кожи, что, как следствие, не позволяет проводить мониторинг процесса потоотделения человека.

Известно устройство для исследования интенсивности потоотделения [3], содержащее жесткий цилиндрический корпус, заглушку из диэлектрика, боковую металлическую поверхность, электрод, диэлектрическую решетку, кольцевидный резиновый фиксатор, сорбент (например, цеолит), разъемы на верхнем конце электрода и на боковой поверхности для включения в измерительную электрическую цепь, гидрофобную втулку. Устройство позволяет проводить исследование процесса потоотделения в динамике. Принцип работы известного устройства основан на изменении влажности сорбирующего материала в процессе поглощения конденсирующихся в нем паров пота, вследствие чего изменяется электрическая емкость (диэлектрическая проницаемость) сорбента.

Недостаток известного устройства состоит в том, что устройство, закрывая воздуху доступ к коже, создает парниковый эффект, тем самым провоцирует повышенное потоотделение на исследуемом участке кожи и, как следствие, приводит к некорректным результатам при мониторинге процесса потоотделения.

Наиболее близким к предлагаемой полезной модели является датчик пота [4], предназначенный для определения концентрации ионов хлора и натрия в поте человека и содержащий блок регистрации пота, блок преобразования информации, блок передачи данных, блок приема данных, устройство управления, устройство ввода данных, устройство отображения информации. Блок регистрации пота реализован на основе пористой клейкой ленты с нанесенной микрожидкостной бумагой и защитной тканью сверху. Пористая клейкая лента непосредственно контактирует с кожей человека и имеет пропускающую способность только для ионов натрия и хлора. Для быстрого сбора пота используется микрожидкостная бумага, которая направляет пот от датчика к верхней защитной ткани, содержащей супервпитывающий гидрогель. Расположенные на поверхности пористой клейкой ленты блок преобразования информации (чип с гибкой электрической схемой, реализующие преобразование информации из аналоговой в цифровую форму) и блок передачи данных (антенна) считывают полученную информацию о концентрации ионов и передают ее на смартфон, реализующий функции блоков приема данных, отображения информации, управления и ввода данных.

Недостатком известного датчика является отсутствие функции количественной оценки потоотделительного процесса человека.

Все вышеуказанные технические средства не позволяют осуществлять точный контроль выделяемого пота в течение определенного промежутка времени, что является необходимым для количественной оценки и мониторинга интенсивности потоотделения человека.

Задачей настоящей полезной модели является повышение точности количественной оценки и мониторинга процесса потоотделения человека посредством использования адсорбирующего элемента, исключая непосредственный контакт датчика с кожей человека и влияние анатомо-физиологических особенностей строения кожи на результаты измерений, а также обеспечивающего накопление пота с исследуемого участка кожи в процессе длительных измерений, и посредством расчета величины влагосодержания ад-

сорбирующего элемента в зависимости от его емкости на основе численного моделирования.

Указанная задача достигается тем, что в устройство для количественной оценки и мониторинга процесса потоотделения человека, содержащее блок регистрации электрической емкости, аналого-цифровой преобразователь, блок передачи данных, блок приема данных, устройство управления, устройство ввода данных, устройство отображения информации, причем выход блока регистрации электрической емкости соединен с входом аналого-цифрового преобразователя, выход которого соединен с первым входом блока передачи данных, выход которого соединен с входом блока приема данных, первый выход которого соединен со вторым входом блока передачи данных, а второй выход - с первым входом устройства управления, первый выход которого соединен с входом устройства отображения информации, а второй вход - с выходом устройства ввода данных, дополнительно введены блок системы "емкостный датчик + адсорбирующий элемент", блок расчета влагосодержания адсорбирующего элемента, блок моделирования параметров системы "емкостный датчик + адсорбирующий элемент", вход которого соединен со вторым выходом устройства управления, а выход - с первым входом блока расчета влагосодержания адсорбирующего элемента, второй вход которого соединен с третьим выходом устройства управления, а выход - с третьим входом устройства управления, выход блока системы "емкостный датчик + адсорбирующий элемент" соединен с входом блока регистрации электрической емкости.

Сущность заявляемой полезной модели заключается в том, что предлагаемое устройство для количественной оценки и мониторинга процесса потоотделения человека позволяет накапливать пот в блоке системы "емкостный датчик + адсорбирующий элемент"; вычислять градуировочный график зависимости абсолютного приращения электрической емкости от показателя влагосодержания адсорбирующего элемента (путем численного моделирования распределения электрических полей в системе "емкостный датчик + адсорбирующий элемент") в блоке моделирования параметров системы "емкостный датчик + адсорбирующий элемент"; производить расчет влагосодержания адсорбирующего элемента (в соответствии с градуировочным графиком зависимости абсолютного приращения электрической емкости от показателя влагосодержания адсорбирующего элемента) в блоке расчета влагосодержания адсорбирующего элемента. Таким образом, указанная задача достигается введением блока системы "емкостный датчик + адсорбирующий элемент", блока расчета влагосодержания адсорбирующего элемента, блока моделирования параметров системы "емкостный датчик + адсорбирующий элемент".

Предложение иллюстрируется следующими фигурами. На фиг. 1 представлена структурная схема устройства для количественной оценки и мониторинга процесса потоотделения человека, на фиг. 2 приведен пример градуировочного графика зависимости абсолютного приращения электрической емкости датчика от показателя влагосодержания адсорбирующего элемента, иллюстрирующий результаты работы блока моделирования параметров системы "емкостный датчик + адсорбирующий элемент".

Устройство для количественной оценки и мониторинга процесса потоотделения человека (фиг. 1) содержит блок системы "емкостный датчик + адсорбирующий элемент" 1, выход которого соединен с входом блока регистрации электрической емкости 2, выход которого соединен с входом аналого-цифрового преобразователя 3, выход которого соединен с первым входом блока передачи данных 4, выход которого соединен с входом блока приема данных 5, первый выход которого соединен со вторым входом блока передачи данных 4, а второй выход - с первым входом устройства управления 6, второй вход которого соединен с выходом устройства ввода данных 7, третий вход - с выходом блока расчета влагосодержания адсорбирующего элемента 9, первый выход - с входом устройства отображения информации 8, второй выход - с входом блока моделирования параметров системы "емкостный датчик + адсорбирующий элемент" 10, а третий выход - со

вторым входом блока расчета влагосодержания адсорбирующего элемента 9, первый вход которого соединен с выходом блока моделирования параметров системы "емкостный датчик + адсорбирующий элемент" 10.

Устройство для количественной оценки и мониторинга процесса потоотделения человека работает следующим образом.

Пользователь (врач) посредством устройства ввода данных 7 задает параметры системы "емкостный датчик + адсорбирующий элемент", например, относительную диэлектрическую проницаемость и удельную проводимость датчика и адсорбирующего элемента, конструкцию датчика, толщину диэлектрического покрытия датчика и др.

Далее в блоке моделирования параметров системы "емкостный датчик + адсорбирующий элемент" 10 осуществляется численное моделирование распределения электрических полей в системе "емкостный датчик + адсорбирующий элемент", на основании чего в блоке расчета влагосодержания адсорбирующего элемента 9 производится построение градуировочного графика зависимости абсолютного приращения электрической емкости ΔC от показателя влагосодержания адсорбирующего элемента $Влсод_{0-100}\%$ (фиг. 2). Градуировочный график зависимости абсолютного приращения электрической емкости ΔC от показателя влагосодержания адсорбирующего элемента $Влсод_{0-100}\%$ можно сохранять в устройстве управления 6 и использовать впоследствии без повторного запуска блока моделирования параметров системы "емкостный датчик + адсорбирующий элемент" 10, если параметры системы "емкостный датчик + адсорбирующий элемент" не изменились при последующих измерениях.

После того как проведено моделирование параметров системы "емкостный датчик + адсорбирующий элемент" и построен градуировочный график зависимости абсолютного приращения электрической емкости ΔC от показателя влагосодержания адсорбирующего элемента $Влсод_{0-100}\%$, производится выбор временного интервала T , в течение которого адсорбирующий элемент будет накапливать выделяемый человеком пот, а также выбор шага Δt , в соответствии с которым будут выполняться измерения потоотделения человека. Посредством управления параметром T реализуется режим экспресс-оценки (при этом $T = \Delta t$) или режим мониторинга потоотделительного процесса в течение длительного времени ($T > \Delta t$).

Далее происходит измерение электрической емкости сухого адсорбирующего элемента C_0 в блоке регистрации электрической емкости 2 с последующей оцифровкой данного сигнала с помощью аналого-цифрового преобразователя 3. Сигнал с выхода аналого-цифрового преобразователя 3 посредством блока передачи данных 4 и блока приема данных 5 поступает и сохраняется в устройстве управления 6. После этого осуществляется накопление адсорбирующим элементом выделяемого человеком пота в течение заданного шага Δt . По истечении заданного шага Δt производится измерение электрической емкости пропитанного адсорбирующего элемента C_i , где $i = \Delta t, 2\Delta t, 3\Delta t \dots T$, в блоке регистрации электрической емкости 2 и преобразование данного сигнала с помощью аналого-цифрового преобразователя 3 с последующей передачей посредством блока передачи данных 4 и блока приема данных 5 в устройство управления 6. В устройстве управления 6 по зарегистрированным значениям электрической емкости сухого и пропитанного адсорбирующего элемента осуществляется расчет абсолютного приращения электрической емкости в соответствии с формулой:

$$\Delta C_i = C_i - C_0, \quad (1)$$

где ΔC_i - абсолютное приращение электрической емкости;

C_i - электрическая емкость пропитанного адсорбирующего элемента;

C_0 - электрическая емкость сухого адсорбирующего элемента.

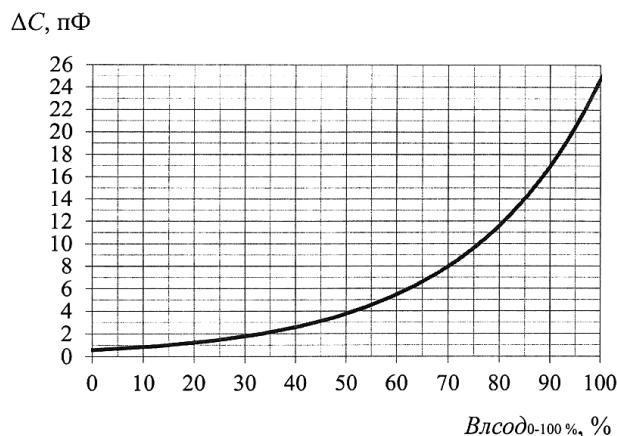
Рассчитанное значение ΔC_i передается в блок расчета влагосодержания адсорбирующего элемента 9, где в соответствии с градуировочным графиком зависимости абсолютно-

го приращения электрической емкости от показателя влагосодержания адсорбирующего элемента (фиг. 2) на основании рассчитанного значения ΔC_i определяется показатель влагосодержания адсорбирующего элемента $Влсод_{0-100\%,i}$ [5]. Далее полученное значение $Влсод_{0-100\%,i}$ выводится на устройство отображения информации 8. В дальнейшем производится реализация цикла измерения потоотделения человека по вышепредставленной схеме $n = \frac{T}{\Delta t}$ раз.

При экспресс-оценке потоотделительного процесса человека на устройство отображения информации 8 выводится одномоментное значение показателя влагосодержания адсорбирующего элемента $Влсод_{0-100\%}$, зафиксированное через время Δt .

Мониторинг количества выделенного человеком пота осуществляется на основании изменения показателя влагосодержания адсорбирующего элемента в течение заданного промежутка времени T . Полученные данные выводятся на устройство отображения информации 8 в реальном режиме времени, тем самым обеспечивая возможность графической визуализации изменения процесса потоотделения человека.

В случае насыщения адсорбирующего элемента потом раньше, чем истечет время мониторинга потоотделения T , на блок отображения информации 8 устройством управления 6 выдается сообщение о насыщении адсорбирующего элемента и необходимости его замены.



Фиг. 2