

УДК 53.082.9

**МИКРОФЛЮИДНЫЕ СЕНСОРЫ В
МОНИТОРИНГЕ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА
MICROFLUID SENSORS IN
PATIENT STATE MONITORING**

В.М. ШВЕЦОВ – студент, Институт информационных технологий и радиоэлектроники, Кафедра БЭСТ, Группа РЭ-118, E-mail: shvetsov.v@list.ru.

Т.Н. ФРОЛОВА – научный руководитель, к.ф.-м.н., доцент, Институт информационных технологий и радиоэлектроники, Кафедра БЭСТ, E-mail: frolova@vlsu.ru.

V. M. SHVETSOV – student, Institute of Information Technologies and Radioelectronics, BEST Department, RE-118 Group, E-mail: shvetsov.v@list.ru.

T. N. FROLOVA – candidate of physical and mathematical sciences, associate Professor, Vladimir state university, E-mail: frolova@vlsu.ru

Аннотация: В статье показано применение накожных устройств, для мониторинга состояние пациента: изменение уровня кислотности, ионов хлора, лактозы и глюкозы. Результаты исследований обобщены и отображены в виде графиков.

Abstracts: The article shows the use of cutaneous devices to monitor the patient's condition: changes in acidity, chlorine ions, lactose and glucose. The research results are summarized and displayed in graphs.

Ключевые слова: микрофлюидика, микродинамика, биосенсор, глюкоза, лактоза, биомаркеры.

Keywords: microfluidics, microdynamics, biosensor, glucose, lactose, biomarkers.

Как самостоятельное научное направление, микрофлюидика начала формироваться в 1990-х годах. Микрогидродинамика демонстрирует нам необходимость миниатюризации и более гибких вариантов питания для разработки передовых биомедицинских технологий, а также необходимость использования интегральных микросхем пластинчатого масштаба для уменьшения занимаемой площади устройства. Миниатюризация и снижение энергопотребления особенно важны для носимых датчиков, поскольку такие датчики полагаются на незаметность и долговечность [1, с.11].

Относительно недавно учёным пришла в голову идея мониторить состояние человеческого организма, исследуя состав выделений его потовых желез [3, с.11]. «Биосенсоры пота» - устройства, которые контролируют определенное физиологическое количество пота, часто носимые на руке или заднем плече, так как в этих местах вырабатывается больше пота по сравнению с остальной частью тела. Это привело к созданию по-настоящему продвинутых биосенсоров, способных выуживать из водного раствора солей огромное количество полезной информации. Однако что делать тогда, когда человек не потеет? Например, он расслаблен, а окружающая температура вполне комфортна. В таких случаях технология попросту бесполезна. Но учёным из Университета Цинциннати удалось создать биосенсор нового поколения, способный спровоцировать потоотделение того участка кожи, на котором он закреплён. Мониторинг состава пота в реальном времени позволяет отслеживать огромное количество всевозможных химических соединений, связанных с состоянием организма. Например, диабетики смогут видеть текущий уровень глюкозы, а люди, принимающие медикаменты, смогут отслеживать уровень концентрации препарата в крови. Но если раньше для работы сенсора человек должен был выполнять различные физические упражнения, чтобы усилить потоот-

деление, то теперь ему не нужно будет делать вообще ничего. Умный сенсор сам сделает всё за него. Учёные перебрали не один десяток способов, провоцирующих потоотделение, прежде чем нашли наиболее подходящий для их цели. Устройство размером с обычный пластырь стимулирует потоотделение при помощи химического соединения карбахола, который применяется при изготовлении глазных капель. Сенсор содержит две гелевых подушечки, состоящих из этого вещества, которые комфортно соприкасаются с кожей, представленный микрофлюидный биосенсор представлен на рисунке 1. Карбахол поступает в верхние слои кожи при помощи ионофореза: физического процесса миграции заряженных ионов под действием постоянного тока малой величины

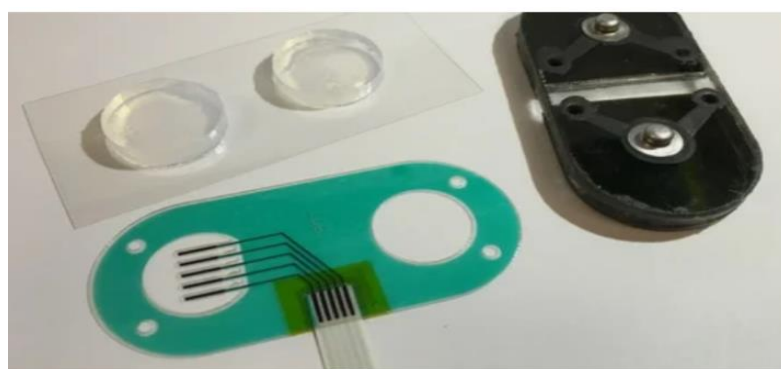


Рисунок 1 - Биосенсор стимулирующий выделение пота

Благодаря этому изобретению уже в самом ближайшем будущем в продажу могут поступить удобные в обращении сенсоры, способные значительно повысить качество жизни людей, страдающих от различных заболеваний или же просто желающих быть в курсе того, что происходит с их организмом. Ведь это действительно замечательно: в реальном времени отслеживать любые изменения, которые раньше можно было заметить лишь после забора и анализа крови. Изобретением уже заинтересовались американские военные. В первую очередь сенсоры хотят протестировать на пилотах, в реальном времени измеряя уровень кортизола (гормон стресса) в их крови.

Микрофлюидный (микрочип-пластырь) сенсор для определения кислотности и ионов хлора в организме пациента [4, с.11], представлен на рисунке 2. Международная группа ученых разработала мягкую накожную систему для сбора и анализа пота.

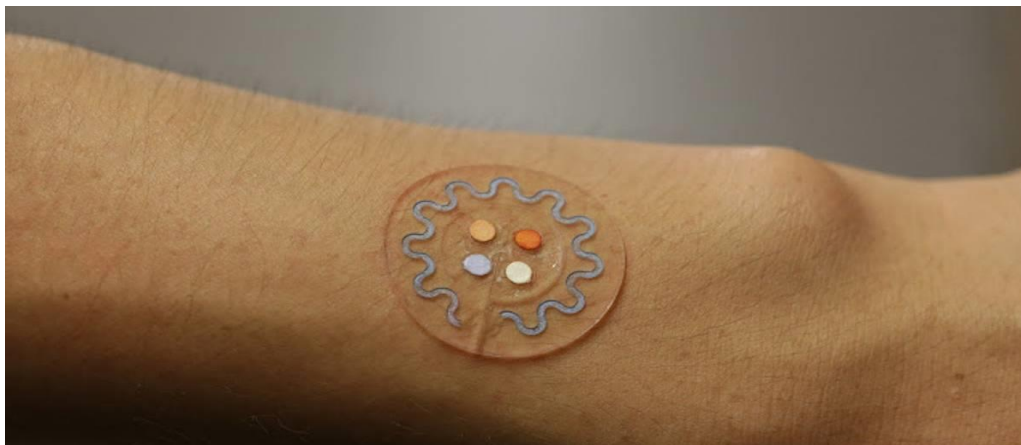


Рисунок 2 – Расположение микрофлюидного сенсора на плече

Пот представляет собой важную биологическую жидкость, которая может дать существенную информацию о физиологических процессах в организме. В отличие от крови пот можно собирать неинвазивно, что делает его привлекательным биоматериалом для анализов. Тем не менее, существующие методы подразумевают сбор пота абсорбирующим материалом с последующим изучением с помощью электрохимических, хроматографических и масс-спектрометрических методов в специально подготовленных лабораториях, из-за чего подобные анализы проводятся редко.

Механические характеристики устройства, такие как растяжимость и гибкость, соответствуют параметрам кожи, что обеспечивает его плотное прилегание и отсутствие дискомфорта при ношении.

Устройство может вмещать до 50 микролитров пота, что обеспечивает его работу в течение от одного до шести часов в зависимости от участка кожи и уровня потоотделения (у человека он находится в диапазоне от 12

до 120 микролитров в час на квадратный сантиметр кожи). Образцы пота из резервуаров можно использовать для последующего лабораторного анализа.

Как пишут исследователи, разработанную систему можно использовать для регистрации физиологических данных при различных заболеваниях и занятиях спортом, чтобы своевременно проводить коррекцию их отклонений. Они также отмечают, что при необходимости ее можно модифицировать для регистрации других биохимических показателей, используя соответствующие реагенты.

Исследование потового биосенсора для глюкозы и лактозы. Исследователи из Северо-Западного университетского центра биоинтегрированной электроники отстаивают разработку потовых биосенсоров с использованием новейших датчиков глюкозы и лактозы [2, с.11]. Часто потовые биосенсоры предназначены для анализа биомаркеров, таких как глюкоза, лактат или натрий, для предоставления информации о гликемическом содержании, мышечной активности или гидратации.

Исследователи из Северо-Западного университетского центра биоинтегрированной электроники, возглавляемого профессором Джоном Роджерсом, являются одними из тех, кто проводит исследования в области носимых биосенсоров пота. В одной из их недавних публикаций под названием «Микрожидкостные / электронные системы без батареи с кожным интерфейсом для одновременного электрохимического, колориметрического и объемного анализа пота» освещаются их усилия.

Заключения:

В силу удобства применения накожные устройства все чаще вызывают интерес разработчиков. К настоящему времени созданы приложения для выслушивания внутренних органов и голосового управления различными устройствами, контроля уровня сахара при диабе-

те, измерения скорости кровотока, регистрации движений и ультрафиолетового облучения кожи

Поточные биосенсоры известны своим дрейфом базовой линии, изменчивостью из-за температуры и изменчивостью из-за коррозии чувствительных элементов, приводящей к более низкому отношению сигнал шум с течением времени с увеличением износа. Хотя в этой статье эти вопросы конкретно не рассматриваются, другие проблемы, такие как гипоаллергенный клей и миниатюризация аналогового интерфейса, представляют интересные решения для очень сложных проблем, с которыми сталкиваются потовые биосенсоры.

Микрофлюидные модули открывают новые возможности для существенного снижения стоимости, энергоемкости, сложности и длительности исследований и анализов в медицине, биологии, фармацевтике и в других областях науки и промышленности

Список использованной литературы:

1. Барановская В.Б. Микрофлюидные чипы – конструктор для разработчика решение компании DOLOMITE / В. Родченкова, к-ф.-м.н., И. Шахнович // Аналитика. – 2017. – №3. – С. 60.
2. О. Хойлетт NFC-Powered потовый биосенсор для глюкозы и лактата [Электронный ресурс], - <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/nfc-powered-sweat-biosensor-for-glucose-and-lactate/>
3. Создан биосенсор, стимулирующий выделение пота, когда человек расслаблен [Электронный ресурс], - <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fhnews.ru%2Ftechnology%2Fsоздан-biosensor-stimuliruyushhij-vydelenie-pota-kogda-chelovek-rasslablen.html>

4. Микрофлюидный «микрочип – пластырь» проследит за физиологией спортсменов. [Электронный ресурс], - <https://alev.biz/news/science-news/physiology/mikroflyuidnyj-mikrochip-plastyr-prosledit-za-fiziologiej-sportsmenov/>