

*Истомина Т.В. д.т.н.,  
Труб Н.В. МГГЭУ*

## **АНАЛИЗ ПЕРИФЕРИЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЛИЦ С ОВЗ**

**Аннотация.** *Актуальность и цели. Объектом исследования являются роботизированные мобильные механизмы. Предметом исследования являются бионические методы управления. Целью исследования является разработка архитектуры и алгоритмического обеспечения системы управления с использованием бионического подхода для автономного выполнения поставленных задач.*

**Ключевые слова:** *двигательная активность, инвалидная коляска, человеко-машинный интерфейс, датчики, реабилитация, роботизированные устройства*

**ISTOMINA T.V. D.T.S.,  
TRUB N.V. M.S.U.N.E**

## **ANALYSIS OF PERIPHERAL EQUIPMENT FOR MONITORING OF THE HEALTH STATUS OF PEOPLE WITH DISABILITIES**

**Annotation.** *The object of research is robotic mobile mechanisms. The subject of research is bionic control methods. The aim of the study is to develop the architecture and algorithmic support of the control system using a bionic approach for the autonomous performance of the assigned tasks.*

**Keywords:** *physical activity, wheelchair, human-machine interface, sensors, rehabilitation, robotic devices*

Главной характеристикой любого критического состояния является жесткое ограничение по времени. Из этого обстоятельства проистекают все особенности работы с инвалидом-колясочником, находящимся в критическом состоянии: обычные темпы диагностики и проведения лечения уже не могут обеспечить успеха, требуется использование специальных методик диагностики, которые требуют обоснованного выбора комплекса серийно выпускаемого периферийного оборудования, удобного для длительного применения, а также наиболее полно отражающего основные параметры жизнедеятельности, которые позволяют обнаруживать и даже предупреждать возникновение критических состояний лиц с ОВЗ в процессе управления ими инвалидной коляской.

Важнейшее значение в процессе мониторинга имеет обнаружение признаков стрессового состояния, которые часто являются предвестниками критических состояний и приводят к нарушениям жизненно важных функций человека.

Стресс-факторы могут быть внешними (например, связанными с сложностями управления роботизированной коляской) и внутренними (например, эмоции, обострение хронических заболеваний, боль). Воздействие стресс-факторов запускает цепочку стресс-реакции, то есть дает начало стрессу.

Измерить уровень стресса напрямую невозможно, но существуют биологические маркеры, позволяющие распознать наличие стресса у обследуемого и оценить его уровень. Прежде всего, такие биомаркеры можно выявить с помощью следующих видов психофизиологических обследований.

1. Электроэнцефалографические маркеры. Контроль данных биомаркеров отлично подходит для контроля уровня эмоционального возбуждения (депрессия, аддитивные расстройства, синдром дефицита внимания).
2. Деятельность сердечно-сосудистой системы (артериальное давление, частота сердечных сокращений, время распространения пульсовой волны и т.п.), электрокардиография (ЭКГ).
3. Анализ электромиограммы фронтальных мышц, которые менее чем остальные группы мышц подконтрольны сознанию.
4. Температура и кожно-гальваническая реакции.
5. Респираторные показатели.
6. Измерение уровня гормонов (кортизол, тиреотропный гормон). Гормон кортизол вырабатывается в стрессовых ситуациях, и в отличие от адреналина, в стрессовой ситуации кортизол стимулирует катаболические процессы, приводящие к распаду клеток. Повышенный уровень кортизола в крови или слюне может говорить о наличии стресса.

В настоящее время самым приоритетным исследованием является отслеживание мозговой активности с помощью ЭЭГ, так как оно позволяет изменять биоэлектрическую активность головного мозга, что приводит к изменениям мозгового кровотока и коррекции функционального состояния человека. Также информативным может быть измерение уровня стресса по параметрам сердечно-сосудистой системы (ССС), так как большое количество параметров СССР по отдельности или в совокупности может дать исчерпывающий ответ на вопрос об уровне стресса пациента.



Рис. 1

го кровотока и коррекции функционального состояния человека. Также информативным может быть измерение уровня стресса по параметрам сердечно-сосудистой системы (ССС), так как большое количество параметров СССР по отдельности или в совокупности может дать исчерпывающий ответ на вопрос об уровне стресса пациента.

Рассмотрим подробнее современное периферическое оборудование для мониторинга состояния лиц с НОДА.

Прежде всего рассмотрим нейрогарнитуру для мониторинга электрической активности мозга «НЕЙРОПЛЭЙ-8С» (рис. 1).

Эта 8-ми канальная нейрогарнитура для беспроводной регистрации ЭЭГ данных человека на сухих (безгелевых) активных электродах применяется для:

- нейропилотирования и управления в режиме «интерфейс мозг — компьютер»;
- мониторинга состояния лиц с ОВЗ при их передвижении и обучении;
- тренировки альфа-состояния у людей с высоким уровнем стресса [1].

Основные технические характеристики: монополярная схема отведения, дальность передачи данных по Bluetooth 4.0 до 15 метров, частота обмена данных 125 Гц, длительность работы в режиме съема данных 24 часа, стоимость составляет 80000 руб.

Интерес также представляет оборудование для мониторинга параметров сердечно-сосудистой системы, в частности, нагрудный беспроводной кардиодатчик

UNIXFIT (рис. 2), предназначенный для измерения сердечного ритма как во время тренировки, так и в режиме покоя. Основной особенностью беспроводного кардиодатчика является высокая точность измерения частоты сердечного ритма.

Рекомендуется использовать со всеми кардио-тренажерами UNIXFIT (с опцией Bluetooth), а также с тренажерами других производителей, которые поддерживают частоту 5.3 кГц.

Особенности кардиодатчика: передача цифрового кода на частоте 5.3 кГц через Bluetooth, датчик закрепляется на груди с помощью резинки, стоимость составляет 2490 руб [2].

Датчик пульса Arduino (рис. 3) состоит из двух элементов: мощного светодиода и сенсора яркости. Пульсация крови вызывает изменение яркости отражённого кожей света, что и регистрирует сенсор. Датчик измеряет только отражённый кожей свет, поэтому не следует слишком сильно прижимать его — это приведёт к уменьшению амплитуды сигнала.

Основные технические характеристики датчика пульса: напряжение питания 3–5 В, диаметр датчика 15 мм, толщина датчика 1.5 мм, стоимость датчика составляет 200 руб.

Для измерения артериального давления широко применяется тонометр, закрепляемый на запястье [4], который удобен для пользователей, так как достаточно его закрепить и включить, после чего он сам измеряет ЧСС и давление (рис. 4), а также запоминает результаты шестидесяти измерений, что позволяет отслеживать динамику состояния. Тонометр имеет большой LCD экран, на котором отображаются дата и время, значения пульса, а также систолического и диастолического давления.

Недостатком тонометра является отсутствие цифрового выхода данных, стоимость его составляет 1490 руб.

Наиболее перспективны для использования при мониторинге состояния не отдельные датчики, а комплексные системы, к которым целесообразно отнести smart-часы «Mason», которые могут не только настраиваться для произвольных целей пользователей, но и модифицироваться под задачи разработчиков [5].

В отличие от традиционных smart-устройств «Mason A4100» предоставляет возможности для проектирования новых smart-устройств для специализирован-



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5

ных и даже уникальных задач применения и при этом не создают ограничений ни по функциям, ни по настройкам программного обеспечения.

Смарт-часы «Mason A4100» также предлагают возможности GPS, усовершенствованные алгоритмы и встроенные биометрические датчики, позволяющие регистрировать, в частности, электрокардиограмму и фотоплетизмограмму. Устройство также содержит датчики температуры, акселерометр и гироскопы. Эти функции обеспечивают различные режимы работы, а именно:

— обнаружение падений обследуемых лиц с ОВЗ,

— определение частоты сердечных сокращений, вариаций сердечного ритма, аномальных состояний сердечного ритма, частоты дыхания и оксиметрии крови,

— определение эпизодов острого психологического стресса,

— идентификация пользователя путем сравнения профиля сигнала ЭКГ человека с его собственным сигналом ЭКГ (рис. 5).

Свободно перенастраиваемая операционная система «Mason» обеспечивает возможность адаптации или интеграции в существующие системы и рабочие процессы, а также позволяет производить при необходимости удаленное управление сразу несколькими аналогичными устройствами. Это дает возможность одновременного слежения за несколькими роботизированными колясками и проведения комплексного удаленного мониторинга лиц с НОДА на пульте управления в диагностическом центре.

Проведенный обзор технических средств для диагностики критических состояний инвалидов-колясочников с НОДА, в наибольшей степени страдающих от невозможности или затрудненности совершения повседневных бытовых действий, позволил сделать вывод о том, что в качестве периферийного оборудования для мониторинга параметров жизненно важных функций целесообразно предложить следующие позиции: смарт-часы «Mason», обеспечивающие контроль ЧСС, АД, частоты дыхания, уровня стресса и пульсооксиметрии крови, и 8-канальную нейрогарнитуру «НЕЙРОПЛЭЙ-8С».

В перспективе в сочетании с современным оборудованием слежения за состоянием жизненно важных функций лиц с ОВЗ, передвигающихся на роботизированных колясках, необходимо применять различные стратегии искусственного интеллекта, что в комплексе, поможет существенно изменить качество жизни людей с инвалидизацией. Таким образом, создание мобильных систем с отслеживанием опасных и критических состояний, основанных на применении современных беспроводных технологий — эффективное направление в реабилитации людей с ограниченными возможностями.

## Список литературы

1. <https://neuroassist.tech/nejroplej-8s/>
2. <https://market.yandex.ru/product--nagrudnyi-kardiodatchik-unixfit/841452474?sku=101191080763&do-waremd5=cgEmKTvHwC7Ql49tntpmxg&cpa=1&nid=18072178>
3. <https://market.yandex.ru/product--datchik-pulsa-serdtsebienia/2000479822280?sku=2000479822280&do-waremd5=2jCvysifRqA2FlxVAA3DkA&cpa=1&nid=18072178>
4. [https://market.yandex.ru/product--tonometr-tonometr-na-zapiaste-blood-pressure-monitor-tsifrovoi/781955295?text=датчик%20артериального%20давления%20проводной%20для%20системы&срс=NtDbqvzTV4BdIJ1tmgeJ\\_7tDmiqLXHfT0Ii55gRiYJ40zZtAZSrnlvmnp6b4D6CGNPuKvzBMPHbDfonE4eig19aO\\_5k5CbVUS7ikmKksfo4DZw9Oem0alfOKxYcX6K\\_C4pD9d74rUkz1TX7b-jjEHUn\\_p16Ecys1ls-tdZ2ug9O5DFf2amBLlIVq0JEV09R\\_&sku=101131883244&do-waremd5=j4SEZ\\_5pxh8Im1nMScLWUg&cpa=1&nid=83725](https://market.yandex.ru/product--tonometr-tonometr-na-zapiaste-blood-pressure-monitor-tsifrovoi/781955295?text=датчик%20артериального%20давления%20проводной%20для%20системы&срс=NtDbqvzTV4BdIJ1tmgeJ_7tDmiqLXHfT0Ii55gRiYJ40zZtAZSrnlvmnp6b4D6CGNPuKvzBMPHbDfonE4eig19aO_5k5CbVUS7ikmKksfo4DZw9Oem0alfOKxYcX6K_C4pD9d74rUkz1TX7b-jjEHUn_p16Ecys1ls-tdZ2ug9O5DFf2amBLlIVq0JEV09R_&sku=101131883244&do-waremd5=j4SEZ_5pxh8Im1nMScLWUg&cpa=1&nid=83725)
5. <https://evercare.ru/news/mason-predstavlyaet-pervye-v-mire-nastraivaemye-dlya-lyubikh-celey-smart-chasy#>