

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Косичков Артем Олегович

**Разработка, исследование и модернизация электронно-
измерительного устройства для биологического контроля
человека**

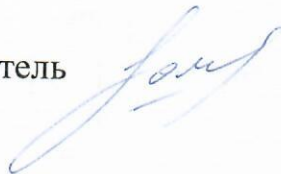
Направление подготовки
11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

**АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

2021

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет».

Научный руководитель



кандидат технических наук, доцент

Иванов Юрий Сергеевич

Рецензент



Менеджер по поддержке

производства УАО «Талес АВС
Франция САС»

Круговой Роман Николаевич

Защита состоится «25» июня 2021 года в 9-00 часов на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, корпус 3, аудитория 311.

Автореферат разослан 19 июня 2021 г.

Секретарь ГЭК



А.А. Биткина

Общая характеристика работы

Сегодня всё большую популярность приобретают фитнес-клубы. Этот факт обусловлен нарастающей тенденцией к здоровому образу жизни среди россиян. Люди готовы тратить деньги за то, чтобы быть физически здоровыми, внешне красивыми и внутренне уверенными в себе и своих силах. Но если человек не достигает результата, то энтузиазм пропадает. По статистике 80% тех, кто купил абонемент, бросают спортзал в течение 4-5 месяцев если не увидят видимых изменений. Однако при занятии спортом в первую очередь необходим системный подход.

Организм человека – это сложная биологическая система и если вы хотите добиться результатов, то нужно правильно работать над развитием параметров своего тела. Как известно, разные нагрузки по-разному воздействуют на организм, значит, чтобы добиваться хороших результатов, нужно использовать правильные методы, чтобы программа тренировок была эффективной, она должна быть подготовлена специалистом, который обладает профильным образованием и опытом работы в спорте.

Тренеру или профессиональному спортсмену при составлении программы необходимо учитывать функциональную готовность организма и его общую физическую подготовку. Также необходимо обратить внимание на отдельные физические особенности организма: метрику: пол, вес и рост, возраст, тип телосложения, хронические болезни, развитость отдельных мышц. Как правило, для изучения человека (спортсмена) тренеру необходимо несколько индивидуальных тренировок, чтобы узнать в каком состоянии находятся спортсмен и дать ему характеристику («карту здоровья/мышечного развития»). Однако при составлении такой карты организма тренер руководствуется собственным опытом и уровнем квалификации. Исходя из вышеизложенного можно утверждать, что результат спортсмена в первую очередь зависит от квалификации тренера и напрямую влияет на посещаемость и окупаемость фитнес залов.

В связи с этим тему диссертационной работы, направленную на повышение точности и качества распознавания выполнения упражнения следует считать актуальной.

Цель магистерской диссертации:

Разработать, исследовать модернизировать электронно-измерительного устройства для биологического контроля человека, способного в режиме реального времени отслеживать упражнения человека.

В соответствии с целью ставятся следующие задачи исследования:

- 1) Провести исследование физиобиологических характеристик человека, способов их снятия и обработки.
- 2) Провести исследования методов интерпретации сигналов физиобиологических характеристик человека.
- 3) Сформировать наборы данных для обучения нейросетей.
- 4) Разработать архитектуру и выполнить обучение нейросети для интерпретации сигналов физиобиологических характеристик.
- 5) Провести анализ прошлого устройства.

Для этого необходимо рассмотреть недостатки прошлого решения и предложить модернизацию схемы.

Разработать алгоритм интерпретации сигналов физиобиологических сигналов человека с использованием современных методов использования искусственного интеллекта

Для анализа данных необходимо разработать алгоритмическое и программное обеспечение.

Методы исследования:

Для проработки темы диссертации использованы в основном общие методы научного исследования, а они в свою очередь, подразумевают методы эмпирического и теоретического исследования

Новизна магистерской диссертации заключается в:

Научная новизна исследования заключается в предложенном алгоритме методов интерпретации сигналов распознавания спортивной активности с

помощью инерциального датчика, позволяющим распознавать неправильные упражнения с точностью до 90%

Основные положения работы, выносимые на защиту:

- 1) Структура аппаратной части системы, в частности модули сбора информации и взаимосвязь между ними
- 2) Схемные реализации комплексов и анализа сбора информации
- 3) Алгоритм работы интерпретации движений человека
- 4) Алгоритм обработки информации со всех датчиков и отправки по беспроводной сети на терминал обработки данных;
- 5) Принцип работы устройства

Теоретическая и практическая значимость работы:

Разработанные алгоритмы и подходы будут использованы при разработке других спортивных, а также медицинских устройств физиобиологического мониторинга показателей человека.

Объект исследования – Программно-аппаратный комплекс физиобиологического мониторинга человека

Предмет исследования – Исследование способов и методов реализации нейросетевых и нечётких алгоритмов в микроконтроллерной и микрокомпьютерной системе управления. программно-аппаратного комплекса

Личный вклад автора состоит в изучении и сборе научно-технической информации по тематике диссертации, разработке и обоснования технических решений, разработке лабораторного образца и проведении испытаний, обработка результатов экспериментов, подготовка публикаций по выполненной работе.

Работа выполнена в рамках научно-исследовательской работы по программе «У.М.Н.И.К. - 2019» при поддержке «Фонда содействия малых форм предприятий в научно-технической сфере» по теме «Разработка программно-аппаратного комплекса мониторинга и контроля физиобиологических показателей человека» договор № 13630ГУ/2018

Характеристика объекта и предмета исследования:

Проведены исследования методов интерпретации сигналов распознавания спортивной активности с помощью инерциального датчика. Метод опорных векторов с кубической SVM выбран нами как лучшая модель для распознавания спортивной активности.

Для классификации спортивной деятельности человека были рассмотрены структуры глубоких нейронных сетей на основе одномерных слоев сверточной нейронной сети (CNN) и рекуррентных слоев LSTM (Long Short-Term Memory).

Разработан и протестирован лабораторный образец программно-аппаратного комплекса мониторинга и контроля физиобиологических показателей человека с использованием беспроводных и интеллектуальных технологий IoT.

Для того, чтобы распознавать выполняемое упражнение и обнаруживать ошибки в реальном времени с помощью разработанного классификатора, реализовано программным обеспечением на Python.

В результате натурного эксперимента продемонстрирована возможность применения предложенного подхода в качестве системы контроля качества выполнения спортивных упражнений.

Публикации. Результаты диссертационного исследования опубликованы в трёх научных изданиях, индексируемых базой РИНЦ, а также в одном издании Scopus, также зарегистрирована программа для ЭВМ

Содержание работы

Во введении Сформулирована и обоснована актуальность темы исследования, изложена цель и задачи для её достижения, изложена новизна и практическая значимость исследования

В первой главе приводится обзор и анализ существующих аналогов и прототипов лабораторных стендов.

Приведён критический анализ существующих близких аналогов. Их можно разделить на следующие категории: Фитнес браслеты, Отдельные датчики, Умная одежда, Мобильные приложения. Из приведённых группы можно выделить следующие недостатки – Не способны дать оценку состояния человека в полном физическом плане, возможности постоянного мониторинга во время тренировки, ограниченный объем данных, нет контроля за правильностью упражнений. Проведён анализ существующих методов предобработки данных ими являются: метод средних значений; фильтр низких частот; фильтр Калмана. В данной работе представлены недостатки прошлого устройства, выполняемого в рамках бакалаврской ВКР.

Вторая глава посвящена разработке и обоснованию преимуществ модернизированного устройства, описывается структурная, функциональная и принципиальная схема устройства с содержанием необходимых элементов для его создания. Так же описывается алгоритм работы управляющей программы. Описывается реализованный прототип с недостатками в его работе и новое устройство с учётом исправленных недостатков.

В третьей главе приведена программно-аппаратная реализация системы сбора и обработки физиобиологических данных

Проведены экспериментальные исследования программно-аппаратного комплекса на базе человека. Был описан процесс сбора и обработки данных с анализа входного сигнала до методов классификации сигнала с использованием нейросетевого алгоритма. Описана архитектура программного обеспечения.

Основные положения магистерской диссертации опубликованы в работах

1. Kosichkov.A.O., Ivanov Y.S., T.I RECOGNITION AND CONTROL OF THE ATHLETE'S MOVEMENTS USING A WEARABLE ELECTRONICS SYSTEM, 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and

Modern Technologies, FarEastCon-2020, Vladivostok, Russia, 1–4 October, 2020.
– 6 p <https://doi.org/10.1109/FarEastCon.2020.9271475> (Scopus)
[<https://ieeexplore.ieee.org/document/9271475>].

2. Косичков А.О. Программа для обработки временного ряда показаний с датчиков /Ю. С. Иванов, А.О. Косичков/ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020667828 от 29.12.2020

3. Косичков, А.О. Разработка программно-аппаратного комплекса биологи-ческого мониторинга и контроля спортсмена / А.О. Косичков, Д.А. Бутова, О. Ю. Вакаев // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 09-20 апреля 2018. – Ч.1 – 2018. –С. 326-328.

4. Косичков, А.О Анализ аппаратных средств получения и обработки биомедицинских сигналов человека / А.О. Косичков, Д.А. Бутова // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению Материалы Международной научно-практической конференции. 2019, Комсомольск-на-Амуре, 14 Июня 2019. – Ч.1 – 2019. –С. 50-52.

5. Косичков, А.О Исследование и интерпретация биофизических состояний человека на основе показаний датчиков /А.О. Косичков, Д.А. Бутова // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению Материалы Международной научно-практической конференции. 2019, Комсомольск-на-Амуре, 14 Июня 2019. – Ч.1 – 2019. –С. 53-58.