

удачно, система ожидает 5 секунд, а затем повторяет операцию до успешного входа в систему.

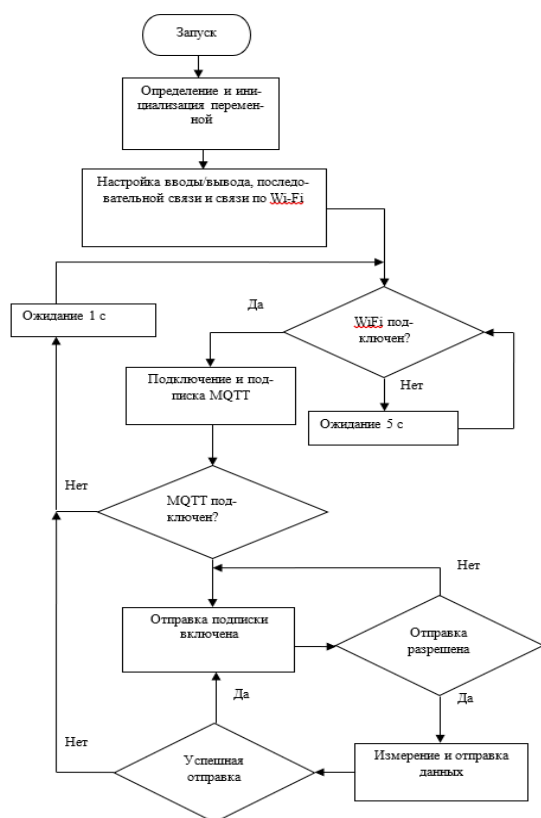


Рисунок 2 – Блок-схема работы программного обеспечения разрабатываемой системы

**Мобильное приложение.** Приложение для смартфона необходимо для обеспечения клиентского доступа к измерениям полученным с датчиков давления. На первом этапе пользователь должен подключиться к серверу и заполнить форму подключения, указав адрес сервера, порт

связи, логин, пароль и идентификационный системы датчиков.

После входа в приложение пользователь может наглядно оценить свою осанку в режиме реального времени, а также получить статистику за рабочий день. Пользователь может оценить правильность при помощи цветowych индикаторов, которые выглядят следующим образом.

Зеленый: клиент сидит в правильном положении с равномерно распределенной нагрузкой.

Оранжевый: участник сидит, но его вес распределяется неравномерно.

Красный: поза клиента неправильная, требуется ее коррекция. Это положение сигнализирует о чрезмерной нагрузке с одной стороны. Это состояние также может возникнуть, когда пользователь сидит непрерывно более часа.

В этой статье представлена концепция интеллектуальной системы контроля состояния осанки в положении сидя на основе датчиков давления и мобильного приложения. Шесть гибких датчиков давления, которые устанавливаются следующим образом: два на спинке и четыре на сиденье. Система датчиков давления собирает информацию и отправляет данные в облако по протоколу MQTT. Данные хранятся и оцениваются в облаке программного обеспечения. Пользователь может видеть информацию о осанке в положении сидя и другую подробную информацию в мобильном приложении. Наша цель состояла в том, чтобы создать концепцию мобильно-аппаратного комплекса для определения правильной сидячей позы при минимальных требованиях к вычислительной мощности. Использование таких систем может помочь с предотвращением травм связанных с поясничным и шейным отделом позвоночника. Что положительно скажется на общем здоровье офисных работников.

УДК 615.8-7

## КОНЦЕПЦИЯ УСТРОЙСТВА МОНИТОРИНГА ПОЗЫ ЧЕЛОВЕКА С НАРУШЕНИЯМИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Самохвал П.М., Воронова Т.С., Кошель И. В., Пархомчук О.В.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** Анализ осанки человека имеет множество применений в области спорта и медицины, включая наблюдение за пациентами, анализ образа жизни, уход за пожилыми людьми и т.д. Многие работы в этой области основаны на методах компьютерного зрения. Но данные методы ограничены в предоставлении решения в реальный момент времени, так как требуется время на обработку и инрепритацию. Нами предлагается концепция устройства, в виде корсета, для оценки поза людей с инвалидностью и без нее, вызванной заболеваниями опорно-двигательного аппарата.

**Ключевые слова:** осанка, здоровье, оценка позы, опорно-двигательный аппарат.

## THE CONCEPT OF A DEVICE FOR MONITORING THE POSTURE OF A HUMAN WITH IMPAIRED MUSCULOSKELETAL SYSTEM

Samokhval P., Voronova T., Koshel I., Parkhomchuk O.

*Belarusian National Technical University*

*Minsk, Belarus*

**Abstract.** Posture analysis has many uses in sports and medicine, including patient observation, lifestyle analysis, elderly care, etc. Much work in this area is based on computer vision techniques. But these methods are limited in providing a solution in real time, since it takes time to process and interpret. We propose a concept of a device, in the form of a corset, for assessing the posture of people with and without disabilities caused by diseases of the musculoskeletal system.

**Key words:** posture, health, posture assessment, musculoskeletal system.

*Адрес для переписки: Самохвал П.М., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь  
e-mail: p.samokhval@yandex.by*

Правильная осанка человека является одним из важнейших факторов его гармоничного развития и функционирования. В строгом научном понимании осанка – это способ построения биомеханической схемы тела человека в вертикальном положении. Это построение определяет конструкцию тела, в той или иной степени пригодную для сохранения вертикального положения и движения. В вертикальном положении сегменты тела (голова, грудь, торс, таз, ноги) выстраиваются относительно друг друга и относительно скелета, образуя устойчивую конструкцию, способную противостоять инерционным силам, действующим на тело [1]. При гармоничном построении (правильной осанке) мышцы тела не находятся в состоянии длительного напряжения – соблюдается мышечный баланс вертикальной позы, нет нагрузки на связочный аппарат, нагрузка костей происходит вдоль «оси прочности». Соответственно, перегрузка мышц, связок, костей при неправильном привычном выравнивании (неправильной осанке) с течением времени приводит к возникновению дискомфорта, более различного характера (мышечных, костных) и, как следствие, неврологических заболеваний и заболеваний скелета. При нарушении осанки снижаются амортизационные возможности позвоночного столба, повышается общий износ организма, проявляющийся в хронических болях спины, плечевого и поясничного поясов, заболеваний всех систем органов.

Анализу научной и статистической литературы показал, что большой процент случаев присвоения группы инвалидности связан именно с наличием у человека заболеваний, вызванных неправильной осанкой, – как врожденных, так и возникших в процессе онтогенеза [2–9]. Такие нарушения осанки, как правило, не поддаются коррекции и, как следствие, ведут к дисфункции опорно-двигательного аппарата. С людьми, имеющими инвалидность вследствие дисфункции опорно-двигательного аппарата, часто происходят падения или опрокидывания. В большинстве таких ситуаций упавший человек не может помочь себе самостоятельно и нуждается в помощи.

Однако, с учетом стремления человека к психологической и физической автономности, не всегда рядом с упавшим присутствуют те, кто может помочь подняться. Длительное же нахождение без посторонней помощи в неудобном положении или посттравматическом состоянии может быть фатальным. Следовательно, существует проблема необходимости мониторинга позы человека без ущемления его стремления к автономности.

На сегодняшний день существуют два способа оценки позы человека: инвазивный и неинвазивный методы. Инвазивный метод оценки предполагает имплантирование или крепление к коже исследуемого субъекта датчиков, позволяющих определить взаимное расположение частей тела человека в покое и в динамике и сигнализировать, если положение кардинальным образом изменилось. Данный метод обладает высокой точностью за счет прямого контакта чувствительных элементов с объектом, однако имеет определенные недостатки в реализации: процесс имплантации или крепления и ношения датчиков может доставлять дискомфорт и, как следствие, вынуждать человека менять привычную осанку, что может оказывать влияние на состояние здоровья человека.

Неинвазивный метод заключается в интеграции в обычную среду субъекта средств мониторинга за положением тела человека в пространстве – камер фиксации, акустических, ультразвуковых, датчиков давления и обработку полученной информации с помощью специализированной нейросети (построенной, например, на основе объемной триангуляции). Такой метод, безусловно, более комфортен для самого субъекта, но, тем не менее, имеет ряд существенных недостатков, связанных с чувствительностью самих датчиков, времени, затраченного на машинную обработку потокового видео, проблеме определения необходимого и достаточного времени интервалов передачи обработанных системой данных а также с тем, что данная система мониторинга привязана к конкретной локации и подходит лишь для случаев контроля перемещения субъекта в ограниченном пространстве.

Нами предлагается способ реализации инвазивного метода, заключающийся в создании специализированного корсета для людей с инвалидностью и без нее, вызванной заболеваниями опорно-двигательного аппарата. Корсет представляет собой систему эластичных тканевых перевязей, длина и положение которых относительно друг друга регулируется с помощью специализированной фурнитуры. В качестве системы датчиков выступает совокупность акселерометров, позволяющих оценивать ускорение и угловую скорость вдоль пространственных осей в точке в которой расположено устройство. Точки контроля на теле субъекта выбирают индивидуально, исходя из особенностей его состояния здоровья и способа перемещения в пространстве. Помимо акселерометра в систему мониторинга встроен электрогониометр, позволяющий оценить угол наклона и, как следствие, положение тела. Сигналы от датчиков передаются на устройство обработки, которым может являться смартфон, посредством беспроводной передачи данных. Устройство обработки оснащено функцией подачи тревожного сигнала, если информация от датчиков не соответствует нормальным для субъекта характеристикам положения. Затем эта информация может быть передана близким, медицинским работникам или в службу скорой помощи. Помимо всего прочего при помощи обратной связи лечащий врач может отслеживать необходимую информацию о пациенте.

Разработка описанных в данной статье устройств связана не только с людьми имеющими инвалидность связанную с опорно-двигательным аппаратом. При незначительных модификациях устройства устройства можно использовать для людей с нарушениями осанки, но без инвалидности, для мониторинга из осанки в течении дня. Полученная статистика помогла бы врачам связанным с реабилитацией корректировать программу индивидуально для каждого пациента.

## Литература

1. Kendal, F. P. Testing and Function: with Posture and Pain / F. P. Kendal, E. K. McCreary, P. G. Provanca // Muscles, Publisher : Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
2. Неинфекционные заболевания: Информационный бюллетень. Апрель 2017 // Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.who.int/mediacentre/fact-sheets/fs355/ru/>. – Дата доступа: 01.10.2021.
3. Кочоманов, В. Н. Нарушения осанки у детей младшего школьного возраста – как основная причина проблемы здоровья / В. Н. Кочоманов, Р. В. Калашникова // Материалы МНТК. – Иркутский государственный медицинский университет Минздрава России, 2016. – С. 100–103.
4. Богданова, Г. П. Формирование правильной осанки физическими упражнениями у детей дошкольного возраста / Г. П. Богданова, П. Ф. Шевлякова, Р. Ф. Богданова // Известия Тульского государственного университета. Физическая Культура. Спорт. – Тула : Тульский государственный университет, 2016. – С. 24–28.
5. «Сорокинские чтения» «Здоровье российского общества в XXI веке: социологические, психологические и медицинские аспекты»: сборник материалов 10 международной научной конференции. – Электронное издание. – М.: Московский университет, 2016. – 897 с.
6. Information and Support. The National Scoliosis Foundation. 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.scoliosis.org/info.php>.
7. Chronic pain at ages 12 to 44 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.statcan.gc.ca/access\\_acces/archive.action?loc=/pub/82-003-x/2010004/article/11389-eng.pdf&archive=1](http://www.statcan.gc.ca/access_acces/archive.action?loc=/pub/82-003-x/2010004/article/11389-eng.pdf&archive=1).
8. Физическая реабилитация детей с нарушениями осанки и сколиозом: учеб.-метод. пособие / Л. А. Скиндер [и др.]; под общ. ред. Л.А. Скиндер. – Брест. гос. ун-т имени А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2012. – 210 с.
9. Can texting kill me? A look at Forward Head Posture. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://spcezyathletics.blogspot.ru/2013/09/can-texting-kill-me-look-at-forward.html>.

УДК 666.76

## ВЛИЯНИЕ ОКСИДОВ-МОДИФИКАТОРОВ НА ПРОЦЕСС СПЕКАНИЯ И СВОЙСТВА КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ $Al_2O_3-SiO_2-TiO_2$

Сергиевич О.А.<sup>1</sup>, Дятлова Е.М.<sup>1</sup>, Колонтаева Т.В.<sup>2</sup>, Попов Р.Ю.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** В работе исследовано влияние добавок типа  $RO_2$  с разным кристаллохимическими характеристиками на процесс спекания и формирование структуры керамики на основе системы  $Al_2O_3-SiO_2-TiO_2$ .

**Ключевые слова:** тилит, фазовый состав, структура, спекание, температурный коэффициент линейного расширения.