

– требования по точности к СИ, входящих в состав измерительного комплекса, должны быть достаточно строгие, так как БВС – это стадия спуска от качественного анализа к количественному;

– существует множество сторонних факторов, оказывающих влияние на измерительные способности комплекса, следовательно, должны быть выдвинуты определённые требования к метрологическим характеристикам. Например, концентрация в начале измерений и в конце может отличаться в разы. С таким подходом, для подобных измерений не нужна точность, которая задается производителями БВС изначально. Таким образом, такая техника как измерительные комплексы на базе БВС (в частности, высокой точности измерений) для прецизионных измерений не предназначены, так как применяется расчет усредненного/приблизительного значения.

УДК 616-71

## **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛФК НА ПРЕДПРИЯТИЯХ**

*Ашапкина М.С., Алпатов А.В.*

*Рязанский государственный радиотехнический университет*

Большая часть сотрудников предприятий ведет малоподвижный образ жизни, что может привести к различным нарушениям опорно-двигательной системой. Это в свою очередь ухудшает качество жизни, нарушает кровообращение и работу мышц, что ускоряет процесс возникновения других заболеваний на ранних стадиях, таких как сердечно-сосудистые заболевания, инсульт, инфаркт, гипертония, атеросклероз, сахарный диабет 2 типа, ожирение, остеопороз, депрессия. Данные заболевание приводят к экономическим потерям вследствие временной или стойкой утраты трудоспособности, требуют значительных затрат на лечение и реабилитацию [1]. Поэтому каждое предприятие будет заинтересовано в сохранении здоровья сотрудников для повышения эффективности труда и улучшении работоспособности человека. Единственный способ уменьшить риски заболеваний – вести сбалансированный двигательный режим и своевременное занятие естественной физической нагрузкой в виде производственной гимнастики и лечебной физкультуры (ЛФК).

По Приказу Минтруда России от 16.06.2014 № 375н ЛФК отнесли к улучшению условий труда и снижению уровней профессиональных рисков. Каждое предприятие, кроме федеральных учреждений и ГУП, обязано тратить не менее 0,2% суммы, затрачиваемой на производство товаров или услуг, на охрану труда и улучшение условий работы для сотрудников. Теперь траты на организацию различных спортивных и физкультурных мероприятий для коллектива, а также меры по организации спортивного досуга непосредственно на предприятии, засчитываются работодателю в качестве обязательных расходов.

Обязательные расходы, направленные на развитие физической культуры и спорта в трудовых коллективах, состоят из следующих пунктов:

1. наём тренера для проведения ЛФК на предприятии для тех работников, которым врачами рекомендован данный вид оздоровительных упражнений;
2. приглашение тренера для проведения производственной гимнастики;
3. создание на предприятии условий для проведения ЛФК, производственной гимнастики и иных физкультурно-оздоровительных мероприятий, в том числе – оборудование спортзала, спортплощадки, приобретение спортивного инвентаря;
4. оборудование физкультурно-спортивных клубов по месту работы;
5. привлечение на платной основе тренеров и методистов для внедрения на предприятии комплекса ГТО (Готов к труду и обороне), а также мероприятия по сдаче данных норм;
6. оплата работникам абонементов в спортклубы, фитнес-центры, тренажёрные залы, бассейны, спортивные секции [2].

Не каждый работодатель готов тратить такие крупные суммы на платные услуги тренеров и организацию физкультурно-оздоровительных мероприятий. Вместо покупки дорогостоящих абонементов в фитнес-клубы, предприятиям выгоднее проводить производственную гимнастику на рабочем месте без отрыва от производства.

Но у работодателя отсутствует обратная связь о посещаемости занятий производственной гимнастики, а также оценка правильности ее выполнения, т.к. неверное осуществление упражнения может привести к серьезным травмам опорно-двигательного аппарата. Решением данной проблемы предлагается в создании мобильной системы персонального удаленного мониторинга за правильностью выполнения двигательной функции под контролем смартфона или гаджета. Данная система состоит из следующих составляющих: гаджет в виде браслета, онлайн-кабинет специалиста и мобильное приложение с расширенным анализом движений. Данный проект был поддержан программой СТАРТ-1 в рамках Фонда содействия инновациям. Проект называется «НеФитнес со смартфоном», подчеркивая неспортивный характер применения для широкого круга пользователей [3].

В результате создано мобильное приложение с индивидуальным подбором восстановительных упражнений, которое в режиме реального времени отслеживает правильность и регулярность выполнения назначенного комплекса тренировок с помощью встроенных датчиков движения смартфона. Это базовый независимый компонент, который может работать автономно, что дает максимальную доступность для пользователя и упрощает его использование.

Остальные компоненты (гаджет и личный кабинет) расширяют сервис. Легкость крепления гаджета на требуемом суставе позволяет повысить удобство и точность измерения. Через онлайн-кабинет специалист по ЛФК или тренер может удаленно анализировать график выполнения упражнений и динамику процесса тренировок. Это полезно для здоровья людей, которым жизненно необходимо каждый день заниматься лечебной гимнастикой.

Система регистрирует всю жизнедеятельность в течение длительного промежутка времени, т.е. что именно человек делал весь день, сколько он был в движении, а сколько в покое. Ежедневно она отслеживает длительности периодов и правильности чередования режимов физической активности и отдыха. Система позволяет осуществить распознавание полученных данных по типу, а именно: сидит, лежит, стоит, ходит и т.д. Также она фиксирует падение сотрудника или состояние неподвижности.

Вся информация передается на web-сервер, где анализируется и результат представляется в виде гистограммы. По данным гистограммы с помощью специального программного комплекса можно определить основные параметры двигательной активности: частоту, скорость, амплитуду, периодический и хаотический характер движения тела человека, количество пройденных шагов и их качество, параметры походки [4].

Также система будет анализировать особенности походки, и при обнаружении малейших изменений, связанных с ухудшением и возможным развитием рецидива после травмы или операции опорно-двигательного аппарата, система предупредит о необходимости показаться врачу.

Система набирает не просто статистику малоинформативных данных, а анализирует полученную информацию о пользователе и его стиле жизни. Если пользователь ведет неправильный и малоподвижный образ жизни, система выдает индивидуальные рекомендации по коррекции такого стиля жизни. Эти рекомендации разрабатываются группой экспертов в области медицины и спорта и направлены на выполнение естественных упражнений.

Цель экспертной оценки заключается в выдаче рекомендаций на основе соотношений двигательной активности с физиологической информацией, такой как частота сердечного сокращения, насыщение крови кислородом и т.п., что позволит выявить некоторые заболевания на их ранней стадии. Система мотивирует пользователя к минимальным и сбалансированным нагрузкам (прогулки, гимнастика) и контролирует правильность их выполнения и интенсивность.

Для реализации задачи прототипирования виртуальной системы для визуализации обратной связи о выполнении упражнения была выбрана LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) – среда разработки программного обеспечения, представляющая хорошие возможности работы с цифровыми сигналами. Ее использование позволило уменьшить сроки проектирования и приступить к проверке работоспособности программного обеспечения в рамках календарного плана и сроков проекта.

Результат работы программы в виде экрана виртуальной системы показан на рисунке 1. Комплекс фигур белого цвета отображает движения ноги виртуального ассистента. Заданная (шаблонная) кривая движения показана в нижней правой части окна. Цветная фигура управляется по командам с датчика движения смартфона, т.е. повторяет движения пользователя.

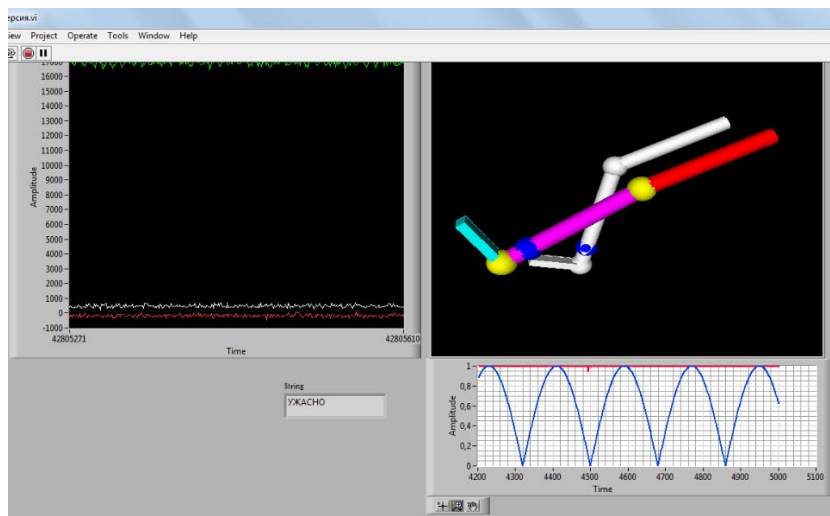


Рисунок 1 – Визуализация движений в режиме обратной связи и данных с датчика движения

Таким образом, быстрое прототипирование в среде Labview позволило в короткие сроки разработать действующий макет для апробации упражнений с обратной связью, где в качестве датчика выступает смартфон. Полученные результаты были интегрированы в прототип мобильного приложения и стали основной для разработки сценариев пользователя и пользовательского интерфейса приложения.

#### Список использованных источников

1. Федосеев А.В., Алпатов А.В., Ашапкина М.С., Чекушин А.А. Рекомендации по выполнению упражнений для суставов под контролем смартфона в режиме удалённого доступа // Материалы III Международного Конгресса «Физиотерапия. Лечебная физкультура. Реабилитация. Спортивная медицина», 2017. – С. 129.
2. Ашапкина М.С., Алпатов А.В., Чекушин А.А. Применение метода флуктуационного анализа относительно тренда для сигнала двигательной активности человека // Международный научно-прикладной журнал «Биомедицинская радиоэлектроника». – Вып. 7. – М.: Изд-во «Радиотехника», 2017. – С. 67-72.
3. НеФитнес [Электронный ресурс] URL: <https://vk.com/nefitnes> (дата обращения 25.10.2017).
4. M.S. Ashapkina, A.V. Alpatov. Fluctuation Analysis of Human Locomotor System// Proceedings 2017 6th Mediterranean Conference on Embedded Computing, MECO 2017 – Including ECYPS 2017, Bar, Montenegro, 2017. – Pp. 231-233.

УДК 621.331.5

### СОВРЕМЕННЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ГОРНОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

*Бахаев П.К.*

*Научный руководитель: Васильев Б.Ю., доцент, к.т.н.*

*Санкт-Петербургский горный университет*

На сегодняшний день, для управления машинами горнотранспортного комплекса (ГТК) (карьерными экскаваторами и самосвалами) открытых горных работ используется операторный способ управления. Данный способ управления подразумевает использование ручного управления ГТК машинистами и операторами. Схема операторного способа управления представлена на рис. 1а. Основной недостаток данного способа заключается в значительном влия-