

С целью получения опорных значений температуры использовался жидкостной эталонный термометр. Учитывая невозможность непосредственного измерения температуры рассматриваемой жидкости таким термометром, было принято решение эксперимент проводить по следующей схеме.

Специальный сосуд, выполненный из такого же материала что и резервуар стенда, заполнялся жидкостью, аналогичной технологической жидкости стенда. Эту жидкость нагревали с помощью внешнего автономного нагревателя до температуры, превышающей верхний предел допустимого изменения температуры технологической жидкости стенда на 5 °С. Затем этот сосуд располагали на специальной подставке как можно ближе к месту расположения выделенной точки контроля температуры технологической

жидкости стенда. В процессе остывания жидкости в сосуде в момент достижения температуры, соответствующей верхнему пределу допустимого изменения температуры технологической жидкости стенда, отключались нагревательные элементы стенда и по ходу совместного остывания системы «сосуд-стенд» производилось одновременное измерение температуры жидкости в сосуде с помощью эталонного термометра и пирометра.

В результате проведенного исследования было установлено, что погрешность измерения температуры технологической жидкости в замкнутом трубопроводе рассматриваемого испытательного стенда бесконтактным методом с помощью инфракрасного пирометра не превышает 1,5 °С, что является вполне приемлемым в данном случае.

УДК 616-071

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ЗАХВАТА ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ У СТУДЕНТОВ БЕЛОРУССКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА Самохвал П.М., Бельский И.В.

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь*

Осанка – это важный показатель здоровья и физического развития, поскольку правильная осанка обеспечивает оптимальные условия для функционирования всех органов и систем организма. Тяжелые нарушения осанки, напротив, значительно снижают уровень жизненных сил и степень выносливости человека любого возраста.

Нарушение осанки с каждым годом становится все более и более распространенным явлением, причем оно очень сильно «молодеет». Согласно статистике Министерства здравоохранения Республики Беларусь, нарушение осанки наблюдается у 28 % детей в возрасте 7–9 лет, у 36 % детей 10–14 лет, а в возрасте 15–17 лет – уже более, чем у 41 %. Среди студентов вузов этот показатель достигает 90 % [1].

Широкая распространенность нарушений осанки требует разработки надежных и доступных методов диагностики состояния осанки у студентов ВУЗов для корректной работы в группах специальной медицинской группы и подготовительной группы по физической культуре.

В работе мы рассматриваем применение методики захвата движения, как одного из инновационных методов диагностики и коррекции нарушений осанки направленных на укрепление здоровья студентов средствами фитнеса.

Захват движения – это технология, позволяющая записывать не изображение, а только движения человека (или любого другого объекта) с помощью специальных отражающих маркеров и системы инфракрасных излучателей(камер), ко-

торые считывают отраженное излучение и передают эти данные в компьютер [2].

В качестве системы захвата движения использовалась система Qualisys. Система Qualisys состоит из 8 камер Qqus (7 камер захвата данных и одна видеокамера), подключенных к компьютеру, на котором происходит настройка камер, видеозахват данных и их последующая обработка. Камеры устанавливаются на штативах, которые минимизируют риск любого рода движений или вибраций. Также система имеет два блока питания. Один блок питания позволяет подключать до 4-х камер. Между собой камеры соединены кабелем для передачи данных. Схема подключения системы представлена на рисунке 1.

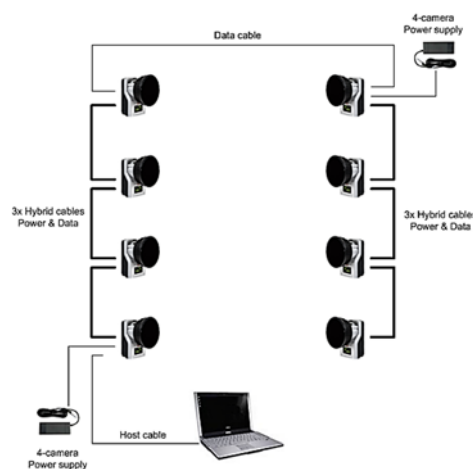


Рисунок 1 – Схема подключения системы Qualisys

В процессе работы на испытуемого при помощи двухстороннего скотча наносились световозвращающие маркеры шарообразной формы диаметром 16 мм.

В качестве основных анатомических ориентиров были использованы следующие проекции костных образований (рисунок 2) [3]:

- 2 и 3 позвонок шейного отдела позвоночника;
- 4 и 5 позвонок шейного отдела позвоночника;
- 7-й шейный позвонок;
- 1-й позвонок грудного отдела позвоночника;
- 2-й позвонок грудного отдела позвоночника;
- 4-й позвонок грудного отдела позвоночника;
- 6-й позвонок грудного отдела позвоночника;
- 8-й позвонок грудного отдела позвоночника;
- 10-й позвонок грудного отдела позвоночника;
- 12-й позвонок грудного отдела позвоночника;
- 2-й позвонок поясничного отдела позвоночника;
- 4-й позвонок поясничного отдела позвоночника;
- 1-й позвонок крестцового отдела позвоночника;
- левая передне-верхняя ость подвздошной кости;
- правая передне-верхняя ость подвздошной кости;
- левая задне-верхняя ость подвздошной кости;
- правая задне-верхняя ость подвздошной кости;
- верхний угол правой лопатки;
- верхний угол левой лопатки;
- нижний угол правой лопатки;
- нижний угол левой лопатки;
- правый акромиальный отросток;
- левый акромиальный отросток;
- грудинный конец правой ключицы;
- грудинный конец левой ключицы;
- тело грудины в районе прикрепления третьего ребра;
- конец 7-го правого ребра;
- конец 7-го левого ребра;
- правый локтевой сустав;
- левый локтевой сустав;
- нижняя часть белой линии живота;
- линия талии справа;
- линия талии слева.

После захвата движения проводилась обработка данных в программной среде Qualisys

Track Manager, затем информация экспортировалась в Microsoft Excel, где проводилась окончательная обработка и построение математической модели позвоночника (в виде графика), производилось сравнение одинаково расположенных анатомических ориентиров [3]. Позвоночник рассматривался во фронтальной и в сагитальной плоскостях рисунок 3.

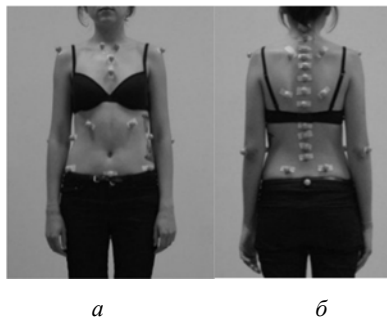


Рисунок 2 – Расположение маркеров на теле испытуемого:  
а – вид спереди; б – вид сзади

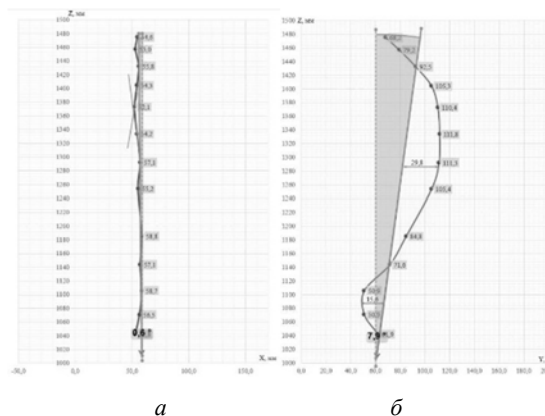


Рисунок 3 – Математическая модель позвоночника в двух плоскостях:  
а – фронтальной плоскости;  
б – сагитальной плоскости

Данная методика эффективна в оценке следующих характеристик:

- угловой характеристики отклонения линии гравитации от вертикали;
- величины изгибов позвоночного столба;
- оценки положения симметрично расположенных точек на теле человека во фронтальной плоскости;
- угла асимметрии этих точек;
- угла искривления позвоночника во фронтальной плоскости.

Совокупность полученных характеристик позволит судить о состоянии осанки студента.

Таким образом данная методика эффективна для оценки и коррекции состояния осанки у студентов. Главным преимуществом этой методики является использование полученных данных для выстраивания корректных индивидуальных программ занятий, которые будут направлены на

исправление тех нарушений которые встречаются у обследуемого. Использование данной методики совместно с разработкой индивидуальной программы занятий позволяет удовлетворить личностные запросы студента, повысить мотивацию к посещению занятий и к занятию двигательной активностью, что положительно сказывается на здоровье в целом.

Помимо этого применение систем видеозахвата имеет ряд преимуществ, в сравнении с существующими методиками оценки состояния осанки (экспертная оценка, рентгенография, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография и др.):

- отсутствие потенциально опасной радиации;
- диагностика эффективна в выявлении нарушений осанки;
- высокая точность измерений (погрешность не более 1 мм);

- отсутствуют требования к хорошему освещению помещения;
- простота в обращении.

#### Литература

1. Скиндер Л.А. 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.
2. Лукашевич В.А. Диагностические методы адаптивной кинезитерапии: видео анализ девиаций тазового региона как метод объективизации специфических механизмов поддержания статической позы / В.А. Лукашевич [и др.] // Инновационные технологии в медицине. – 2015. – № 4 (7). – С. 10–21.
3. Бонев Л. Руководство по кинезотерапии / Л. Бонев. – София: Медицина и физкультура, 1978. – 357 с.

УДК 006.90.03.03

### МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ, НЕ ПРЕОБРАЗУЮЩИХ СИГНАЛ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Цитович Б.В.<sup>1</sup>, Соломахо В.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный институт повышения квалификации  
по стандартизации, метрологии и управлению качеством  
Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

Для обеспечения единства измерений необходимо не только нормативно установить единицу и/или шкалу физической величины, но и с достаточной точностью воспроизводить её всеми применяемыми средствами измерений (СИ). Специально для этого разработаны такие метрологические мероприятия, как поверка СИ и калибровка СИ с последующей верификацией. Самыми удобными для таких мероприятий СИ являются однозначные меры – простота конструкции позволяет наиболее экономично добиться при их изготовлении требуемой точности. Поэтому меры очень широко используют при поверке любых СИ.

**Мера (материальная)** – средство измерений, которое воспроизводит в процессе использования или постоянно хранит одну величину или более с приписанными им значениями.

Главная отличительная особенность меры – отсутствие преобразований сигнала измерительной информации самим средством измерений.

Меры, предназначенные для воспроизведения физической величины одного заданного размера (одной ступени шкалы), называют однозначными, а воспроизводящие физические величины ряда размеров (несколько ступеней шкалы) – многозначными. Некоторые многозначные меры предназначены для непосредственного воспроиз-

ведения определённого участка шкалы физической величины (линейка, транспортир, измерительный сосуд). Такие меры называют штриховыми, поскольку шкала обычно выполнена с отметками в виде штрихов.

Мера, выполненная в виде конкретного физического объекта, может быть предназначена для хранения физической величины заданного размера (ряда размеров). Такая мера должна сохранять величину с высокой точностью на протяжении длительного отрезка времени. Возможные изменения исходного размера физической величины при хранении и использовании такой меры связано с различными физическими явлениями (взаимодействие с окружающими физическими полями, старение материалов физического объекта-носителя величины, воздействия на меру при её использовании по назначению).

Мера может быть физическим объектом, который не хранит физическую величину заданного размера, а воспроизводит её при определённом воздействии на него. К таким мерам можно отнести камертон (мера частоты колебаний), песочные часы (мера длительности отрезка времени), эталонные меры энергии сгорания (меры удельной энергии сгорания на основе твердых или жидких веществ, меры объемной энергии сгорания на основе газообразных углеводородов