

УДК 681.783.25

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НАРУШЕНИЯ ОСАНКИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ МАССОВЫХ ОБСЛЕДОВАНИЯХ**Р.Л. Воинов^а**

^а Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), Москва, Россия, richardvoin@gmail.com

Выявление нарушения осанки человека на ранних стадиях является важной задачей, позволяющей скорректировать осанку до начала развития заболевания с помощью только физических упражнений и без применения лекарств. Существующие методы мониторинга осанки человека не отвечают современным требованиям по скорости сбора и обработки информации. Оценка нарушений осанки человека в реальном масштабе времени в статическом и динамическом режимах возможна путем использования лазерного сканера. В работе предложен метод трехмерного лазерного сканирования для определения осанки человека. Разработанный на его основе прибор позволяет производить обследование в реальном масштабе времени в статическом и динамическом режимах. Особенностью лазерного сканера является наличие в нем автоматизированного сервопривода с возможностью поворотов измерительной головки в двух плоскостях (вертикальной и горизонтальной) с плотностью измерения до десятков точек на один квадратный сантиметр.

Ключевые слова: лазерное сканирование, отражающая способность кожи, осанка человека.

LASER SCANNING APPLICATION FOR DETECTION OF HUMAN POSTURE DISTORTION DURING MASS EXAMINATIONS**R.L. Voinov^а**

^а Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia, richardvoin@gmail.com

Identification of human posture distortion in the early stages is an important task, which makes it possible to adjust the onset of the disease with just exercise and without the use of drugs. Existing methods for monitoring of human posture assessment do not meet modern requirements for speed of data acquisition and processing. Real time evaluation of human posture distortion in static and dynamic modes is possible by using a laser scanner. The paper deals with a three-dimensional laser scanning method for determining human posture. The device designed on the basis of its examination gives the possibility for real-time static and dynamic modes. Characteristic feature of the laser scanner is the presence of automated servo rotatable measuring head in two planes (vertical and horizontal) with a density of up to tens of measurement points per square centimeter.

Keywords: laser scanning, reflecting ability of the skin, human posture.

Диагностика осанки человека остается на сегодняшний день важной задачей медицины. Нарушения осанки на ранних стадиях обусловлены функциональным состоянием организма, а оздоровление возможно только физическими упражнениями без применения медикаментозных средств. Учеными разработаны профилактические комплексы физических упражнений для формирования правильной осанки у лиц от одного года до 100 лет, однако практически эти комплексы используются только в образовательных учреждениях. В 70% случаев пропускается время профилактики нарушений осанки. Это приводит в большинстве случаев к формированию стойких нарушений опорно-двигательного аппарата, которые требуют лечебного воздействия. Так, при массовых обследованиях детей у большинства (65–70%) обследованных выявляются нарушения сбалансированности (симметричности) мышечного тонуса правой и левой половин тела.

Коррекция осанки человека немедицинскими методами в донозологический (профилактический) период предполагает наличие аппаратных средств, отвечающих современным требованиям по портативности, высокой скорости обработки данных, низкому энергопотреблению и малой стоимости. Известные способы обследования (мониторинга) осанки человека требуют больших затрат времени для сбора данных, обследования и обработки параметрических данных (10–20 мин. на одного человека). Существующие приборы для оценки осанки человека в подавляющем большинстве ведут измерения контактным способом. Получаемые результаты зависят от точности и силы приложения считывающего устройства к коже человека.

К бесконтактным методам можно отнести метод пространственного оптического сканирования позвоночника. Точность измерения не зависит от квалификации специалиста. К основным достоинствам метода по сравнению с контактными можно отнести абсолютную безвредность для пациентов (метод сопоставим по воздействию со снимком фотоаппарата), высокую точность в определении нарушений осанки, большую информативность и наглядность при диагностике мышц спины (на предмет дисбаланса, перенапряжения или слабости), хорошую сопоставимость с рентгеновским снимком. Однако применение метода зачастую возможно только в стационарных условиях, существует необходимость обеспечения определенных условий освещенности, появляются погрешности измерения при создании трехмерного изображения из двумерных. Скорость обработки информации в современных практических методиках обследования осанки человека не соответствует требованиям экспресс-диагностики.

При создании конструкции лазерного прибора для диагностики состояния осанки у детей и подростков, пригодного для широкого применения в образовательных и лечебно-профилактических учреждениях, необходимо выбрать оптимальные и безопасные для человека спектральные, временные и энергетические характеристики лазерного излучателя.

Лазерное излучение обладает многофакторным воздействием на биологические ткани. Из-за сложности биообъекта механизм этого взаимодействия пока полностью не выяснен. При взаимодействии лазерного излучения с биотканью большую роль играет длительность и мощность излучения. Коэффициент отражения от кожи лежит в пределах от 10% до 55% и зависит от спектра излучения, а также от степени пигментации и морщинистости кожи, наличия жира и влаги, которые, в свою очередь, зависят от пола, возраста и цвета кожи (расы) человека. В инфракрасном диапазоне кожа может отражать до 40% излучения [1, 2], а у людей различного пола и возраста (мужчины, женщины, дети, старики) способность отражать лазерное излучение может различаться в достаточно широких пределах.

Особую трудность для определения состояния опорно-двигательной системы организма человека представляет учет процессов, происходящих при взаимодействии оптического излучения с живыми клетками тела человека [1, 3]. В зависимости от длины волны и интенсивности света пороговая длительность излучения, при которой начинают происходить изменения в ткани, может быть различной для одного и того же объекта [4]. Установлено что при низкой интенсивности лазерного излучения (для длин волн 1,4–1,9 мкм допустимой является мощность излучения до $8 \cdot 10^{-3}$ Дж при длительности эмиссии от 10^{-9} до 0,35 с) ткани кожных покровов тела человека не реагируют на него, и оно, по существу, не представляет опасности для здоровья.

Предлагаемый нами лазерный прибор, сканирующий кожные покровы человека, снабжен автоматизированным сервоприводом с возможностью поворотов измерительной головки в двух плоскостях (вертикальной и горизонтальной) и плотностью измерения до десятков точек на один квадратный сантиметр. Схема прибора для лазерного сканирования кожных покровов тела человека приведена на рисунке. Позиционирование лазерного пучка по вертикали должно происходить с заранее заданным шагом, например $0,1^\circ$. После получения вертикального скана сервопривод автоматически поворачивает блок измерительной головки на угол, равный шагу измерения, и в результате удается получить трехмерную цифровую картину состояния опорно-двигательного аппарата человека.

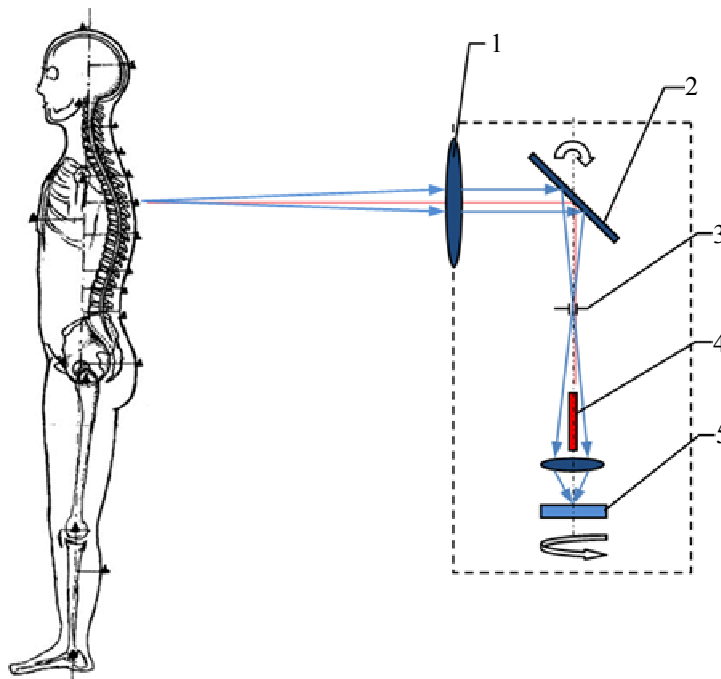


Рисунок. Схема лазерного сканера: 1 – объектив; 2 – наклонное зеркало; 3 – диафрагма; 4 – источник излучения; 5 – узел фотоприемника

Для достоверного анализа характеристик нарушений осанки у обследованных групп людей на основании запатентованного нами способа дифференцированной оценки осанки человека [5] разработана компьютерная программа, которая позволяет установить возрастно-половые нормы для каждой категории обследуемых. Программа позволит выявлять норму с учетом особенности конституционного строения обследуемых людей – детей и взрослых нормостенического, астенического и гиперстенического телосложения. Предложенная конструкция лазерного прибора для сканирования кожных покровов тела человека и компьютерная программа, обеспечивающая выявление нарушений тонуса формирующих осанку мышечных групп, впервые позволили в автоматизированном режиме подбирать оптимальные режимы коррекции осанки.

Разработанный прибор портативен, может использоваться в средних учебных заведениях, работать в полевых условиях. Сканирование не требует специального освещения, скорость обработки данных выше, чем в методе оптического сканирования.

Предлагаемый метод трехмерного лазерного сканирования для определения осанки человека позволяет производить обследование в реальном масштабе времени в статическом и динамическом режимах.

1. Lucassen G.W., Verkruyse W., Keijzer M., van Gemert M.J.C. Light distributions in a port wine stain model containing multiple cylindrical and curved blood vessels. *Lasers in Surgery and Medicine*, 1996, vol. 18, no. 4, pp. 345–357. doi: 10.1002/(SICI)1096-9101(1996)18:4<345::AID-LSM3>3.0.CO;2-S
2. Engelen L., de Wijk R.A., Prinz J.F., van der Bilt A., Janssen A.M., Bosman F. The effect of oral temperature on the temperature perception of liquids and semisolids in the mouth. *European Journal of Oral Science*, 2002, vol. 110, no. 6, pp. 412–416.
3. Van Gemert M.J.C., Smithies D.J., Verkruyse W., Milner T.E., Nelson J.S. Wavelengths for port wine stain laser treatment: influence of vessel radius and skin anatomy. *Physics in Medicine and Biology*, 1997, vol. 42, no. 1, pp. 41–50.
4. Aleksandrov M.T., Barybin V.F., Moiseeva L.G., Rogatkin D.A., Trushin A.I., Cherkasova V.A., Chernyi V.V., Yundev D.N. *Primenenie sovremennoi biospektrofotometricheskoi lazernoi diagnostiki v klinicheskoi praktike* [Application of modern bio-spectral-fotometric laser diagnostic in clinical practice] *Issledovaniya lazerov dlya diagnostiki i lecheniya zabolevanii* [Research of lasers for diagnostic and treatment]. Moscow, Laser-inform Publ., 1996, pp. 31–33.
5. Ovchinnikov N.D., Egozina V.I., Voinov R.L., Sapunov V.N. *Sposob differentsirovannoi otsenki osanki cheloveka* [Method of differentiated estimation of human posture]. Patent RF, no. 2337618, 2008.

Воинов Ричард Леонардович

– аспирант, Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), Москва, Россия, richardvoin@gmail.com

Richard L. Voinov

– postgraduate, Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia, richardvoin@gmail.com

Принято к печати 17.12.13

Accepted 17.12.13