

## Список информационных источников

1. Сапрыкин А.А., Дудихин Д.В., Бабакова Е.В. Перспективы создания изделий методом селективного лазерного спекания // Актуальные проблемы современного машиностроения. 2014 С.14-16.
2. Григорьев С.Н., Грибков А.А. Оптимизация точности элементов дозирующей системы // Техника и технология. 2006. № 5. С.73-79.
3. Назаров А.П. Особенности конструкции машин для селективного лазерного спекания // Вестник МГТУ «Станки» № 1 (24), 2013. С. 76 – 79.
4. Харанжевский Е.В., Ипатов А.Г., Николаева И.С. Влияние параметров обработки на плотность покрытий из твердого сплава, полученного короткоимпульсным селективным лазерным спеканием // Вестник Удмуртского университета Вып. 1, 2014 С. 51 – 56.
5. Лосев В.Ф., Морозова Е.Ю., Ципилев В.П., Физические основы лазерной обработки материалов // Издательство Томский политехнический университет 2011 С. 10 – 12.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ

*Толмачев И.В., Пеккер Я.С., Пронькина Е.М.  
Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель: Пеккер Я.С., к.т.н., профессор кафедры  
промышленной и медицинской электроники*

Анализ движения является одним из наиболее прогрессирующих направлений в клинической биомеханике. Поскольку в управлении движениями принимают участие многие отделы ЦНС, нарушения координации движений могут быть использованы в целях диагностики. Они проявляются нарушениями устойчивости при стоянии и ходьбе, асимметрией движений правой и левой стороны, нарушениями точности движений, снижением силы и уменьшением скорости.

В настоящее время методы анализа движения быстро развиваются под действием технологического прогресса, который повышает точность измерений и дает возможность фиксировать новые параметры, которые до этого момента были не доступны. Одним из значительных прорывов последних лет стало развитие видеосистем, а именно, увеличение частоты смены кадров и их разрешение. Это позволило

применять видеозахват движения в спорте для повышения эффективности тренировок и в медицине для обследования людей, находящихся в условиях реабилитационного периода после травм или инсульта, а также пациентов с болезнью Паркинсона и ДЦП [9].

Исходя из этого, считаем, что разработка недорогого комплекса по оценке поведения центра массы и центра давления для использования в оценке постуральных тестов, абсолютно необходима.

## Материалы и методы

Исследование было проведено в двух группах. Первая референтная группа, в которую входили 11 здоровых испытуемых. Вторая группа состояла из 9 пациентов с незначительными неврологическими отклонениям и отрицательным результатом теста Ромберга. Одновременно с данным тестом проводился видеозахват движения с помощью прибора Kinect. По полученным данным был рассчитан интегральный критерий (Id), так же средняя скорость перемещения центра тяжести. Было использовано программное обеспечение “Brekel Kinect free” для предварительной обработки и сбора исходных данных. Сравнение проводилось с показателями теста miniBESTtest[4] и другими известными индексами, такими как средняя скорость перемещения и Equilibrium Function Quality (EFQ). При помощи критерия Манна-Уитни проводилась оценка достоверности различий между группами.

Информацию об интегральном критерии можно найти в [1]. Таким образом, математическая обработка информации проводилась по алгоритму, представленному в источнике [2]

## Результаты

Результаты испытаний приведены в таблице 1. В первой колонке R1-R11 – референтная группа, P1-P9 – группа пациентов с неврологическим отклонением. Средняя скорость представлена в виде медианы и квартилей, поскольку этот параметр не подчиняется нормальному распределению. Несмотря на то, что все пациенты имели отрицательный результат по тесту Ромберга, трое из них получили показатели по miniBESTtest от 11 до 15. Но, тем не менее, разница между двумя группами (здоровыми и людьми с отклонениями) оказалась статистически незначительной. Средние значения скорости и EFQ в двух группах также оказались практически одинаковыми, в то

время как значения интегрального коэффициента Id варьируется между группами. Наиболее важно, что все эти параметры не коррелируют между собой.

Результаты исследования

Таблица 1.

Испытуемые	miniBEST test scores	Средняя скорость перемещения ц.т., m/sec	Интегральный критерий Id
R1	27	0,103 [0,056-0,159]	1,63
R2	28	0,015 [0,008-0,021]	1,37
R3	28	0,057 [0,033-0,096]	1,21
R4	28	0,013 [0,008-0,021]	1,15
R5	27	0,034 [0,019-0,063]	1,30
R6	28	0,021 [0,010-0,032]	1,35
R7	27	0,040 [0,021-0,082]	1,37
R8	27	0,057 [0,028-0,100]	1,46
R9	27	0,058 [0,030-0,103]	1,66
R10	28	0,011 [0,006-0,019]	1,17
R11	28	0,018 [0,009-0,025]	1,51
P1	13	0,083 [0,039-0,164]	6,97
P2	11	0,015 [0,010-0,022]	7,52
P3	28	0,015 [0,010-0,022]	3,07
P4	28	0,024 [0,014-0,058]	9,72
P5	15	0,040 [0,020-0,060]	2,33
P6	28	0,022 [0,012-0,041]	5,23
P7	26	0,030 [0,021-0,046]	1,82
P8	28	0,012 [0,008-0,020]	1,65
P9	28	0,020 [0,011-0,032]	3,46
<b>MW test</b>	p=0,43	p=0,54	p<0,001

По полученным результатам видно, что интегральный коэффициент у людей с неврологическими отклонениями отличается от коэффициента здоровых людей, это можно увидеть на рисунке 1. Исходя из этих данных, можно сказать, что при помощи Kinect и математической обработки полученных данных можно отличать здоровых людей от больных.

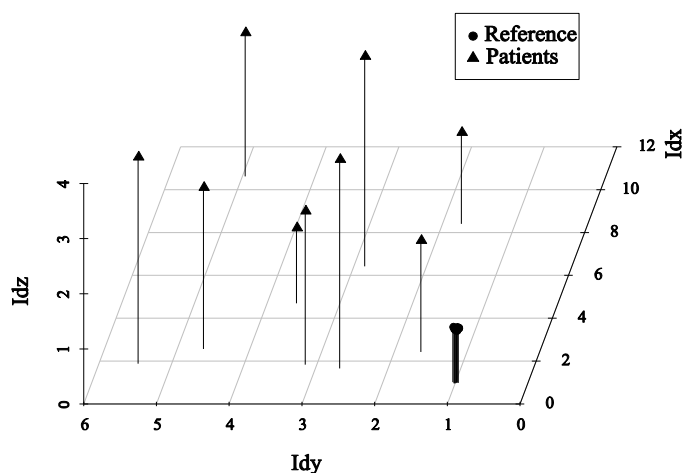


Рис.1. 3D распределение интегрального критерия

Интегральный критерий основан на расстоянии между точками движения центра тяжести. Он вычисляется по формуле:

$$Id(\bar{x}_u) = \frac{1}{2k} \left[ \frac{1}{N_0} \sum_{v=1}^{N_0} (\bar{x}_u - \bar{x}_v) C^{-1} (\bar{x}_u - \bar{x}_v) \right]$$

Данный критерий подробно описан в источнике [1].

### Заключение

Основным результатом нашего исследования является получение и обработка данных с целью оценки качества движения методом видеозахвата. У данного метода есть свои недостатки, например большие шумы при записи данных, но благодаря свойству интегрального критерия усреднения хаотического сигнала и уменьшения шума пропорционально квадратному корню из длины вектора, эта проблема решается. Данный метод прост в использовании, информативен, и также обладает положительным побочным эффектом: снижение уровня технических рекомендаций к аппаратуре, необходимой для исследования. Точность и разрешение технического обеспечения, используемого в данной работе значительно ниже по сравнению с классической стабилметрией, однако это все же позволило найти различия между двумя группами испытуемых. В

будущем этот комплекс позволит проводить исследования как в медицинских учреждениях, так и в домашних условиях.

### Список информационных источников

1. M. E.Pedalini, O. L.Cruz, R.S. Bittar, M.C. Lorenzi, S.S.Grasel, Sensory organization test in elderly patients with and without vestibular dysfunction, *Acta Oto-Laryngologica*, V.129(9), 2009, pp. 962-965.

2. N. Chastan, B. Debono, D. Maltete, J.Weber: Discordance between measured postural instability and absence of clinical symptoms in Parkinson's disease patients in the early stages of the disease, *Movement Disorders*, V.23, 2008, pp.366–372.

3. M.Mancini, F.B. Horak, The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits, *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, V. 46(2), 2010, pp. 239–248.

4. F.B.Horak, D.M.Wrisley, J. Frank, The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to differentiate balance deficits, *Physical Therapy*, V.89(5), 2009, pp.484-98.

5. M.Visser, J.Marinus, B.R.Bloem, H.Kisjes, B.M.van den Berg, J.J.van Hilten, Clinical tests for the evaluation of postural instability in patients with parkinson's disease, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, V.84(11), 2003, pp.1669-74.

6. Computer stabiloanalyzer with biofeedback. Retrieved from [www.scenar.com.ru/production/stabila/index.htm](http://www.scenar.com.ru/production/stabila/index.htm)

7. V.A. Fokin Statistic data simulation at estimation of biological system state, *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*, V.311(5), 2007, pp. 120-122.

8. R.J.Schilling, E.M.Bollt, G.D.Fulk, J.D.Skufca, A.F.Al-Ajlouni, C.J.Robinson, A quiet standing index for testing the postural sway of healthy and diabetic adults across a range of ages, *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on* V.56(2), 2009, pp.292-302.

9. Radim Krupicka, Zoltan Szabo, Slavka Vitecková, Evzen Ruzicka Motion Capture System for Finger Movement Measurement in Parkinson Disease