

## Сравнение методов определения изменения координат центра масс человека по результатам стабилметрических измерений

Научный руководитель – Кручинин Павел Анатольевич

*Подоприхин М.А.<sup>1</sup>, Бекеров И.Д.<sup>2</sup>*

1 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Механико-математический факультет, Кафедра прикладной механики и управления, Москва, Россия, *E-mail: podoprikhailin.maxim@gmail.com*; 2 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Механико-математический факультет, Кафедра прикладной механики и управления, Москва, Россия, *E-mail: omert14@yandex.ru*

В постурологии решается задача отыскания изменения горизонтальных координат центра масс (ЦМ) человека по показаниям стабиланализатора - координатам центра давления. В докладе рассмотрено два алгоритма решения этой задачи, и проводится сравнение их с оценкой траекторий центра масс, полученной с использованием системы видеонализа. В основе каждого из методов лежит описание движения человека в сагиттальной плоскости с помощью модели перевернутого маятника [1, 2]. В отличие от указанных работ алгоритмы были адаптированы для тестов с интенсивным изменением угла в голеностопном суставе.

Первый алгоритм сводится к следующей последовательности операций: применение к стабилметрическим данным преобразования Фурье; умножению Фурье образа на “передаточную функцию” перевернутого маятника; получение результата с использованием обратного преобразования Фурье. Модификация традиционного алгоритма [1] заключается в предварительном удалении линейного тренда и восстановлении его для полученного сигнала.

Второй алгоритм представляет собой решение краевой задачи: предполагается, что человек стоит в основной позе (“неподвижной”) в начальный и конечный промежутки времени. Эти условия позволяют записать переопределенную систему линейных алгебраических уравнений, которая решается методом наименьших квадратов.

Оценки изменения центра масс сравнивались с данными, полученными с использованием системы видеонализа ARTtrack. На испытуемого крепилось маркер расположенный на поясе человека. Этот маркер характеризовал движение центра масс. Исследование проводилось для спокойного стояния и для движения человека, при котором он изменял угол в голеностопном суставе.

Таблица 1. Среднее и максимальное отклонения оценки движения ЦМ.

|                           |          | Решение краевой задачи |          | Преобразование Фурье |          |
|---------------------------|----------|------------------------|----------|----------------------|----------|
|                           |          | скз (мм)               | max (мм) | скз (мм)             | max (мм) |
| Спокойное стояние         | среднее  | 0,81                   | 2,57     | 0,66                 | 2,66     |
|                           | максимум | 0,71                   | 3,98     | 1,25                 | 5,97     |
| Движение с размахом 50 мм | среднее  | 1,19                   | 6,9      | 1,73                 | 8,25     |
|                           | максимум | 1,66                   | 9,87     | 2,27                 | 10,4     |

В таблице 1 приведены сравнительные значения разностей оценок, полученных с использованием описанных алгоритмов, с показаниями системы видеонализа. Анализировались результаты для 6-ти участков спокойного стояния и 4-х участков, на которых человек совершал активное движение изменяя угол наклона в голеностопном суставе.

Сравнение результатов показало, что оценка, использующая решение краевой задачи

даёт несколько лучшее приближение к результатам видеоанализа, но применённая модификация оценки, полученной методом Фурье позволяет получить близкие точности.

### Источники и литература

- 1) Кручинин П. А., Троицкий К. А., Холмогорова Н. В. Оценка показателей работы мышц ног по данным фронтальных стабилотрамм. // Инженерный журнал: наука и инновации. — 2018. — No 2(74).
- 2) Lafond D., Duarte M., Prince F. Comparison of three methods to estimate the center of mass during balance assessment. // Journal of Biomechanics Vol. 37 (2004) 1421–1426.