

## **Экспериментально-аналитическое моделирование ходьбы человека в фазе контакта "ступня-земля"**

**Нурмуханова Асель (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор, профессор кафедры мехатроники  
Мусалимов В.М. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)**

### **Введение**

Исследование походки – это систематическое изучение движения человека. Данный тип анализа состоит из измерения, описания и оценки величин, характеризующих движение человека. Анализ позволяет определить фазу походки, кинетические и кинематические параметры походки человека, а также количественно оценить функции опорно-двигательной системы человека. Построение математической модели опорно-двигательной системы и в настоящее время остается актуальной проблемой.

### **Цель работы:**

Целью данной работы является экспериментально-математическое моделирование ходьбы человека на основе экспериментальных данных, полученных с помощью оптических маркеров и платформы, определяющую давление и силу реакции опоры.

### **Базовые положения:**

1. Анализ исходных данных;
2. Анализ исследований, проведенных другими учеными;
3. На основе экспериментальных данных подбор теоретических приложений для описания ходьбы человека;
4. Моделирование движения опорно-двигательной системы в фазе контакта для плоского случая, а также моделирование опорно-двигательной системы с учетом поворота голени.

### **Промежуточные результаты:**

Анализ существующих исследований показал, что самыми популярными являются методы с применением акселерометров, оптических маркеров и платформы для измерения силы реакции опоры. Дальнейшее моделирование будет основываться на экспериментах, проведенных в лаборатории кинезиологии и биомеханики Гартуского классического университета по исследованию кинематики движения человека, а также на результатах исследований Ana Ribeiro по моделированию биомеханической модели колена.

### **Основные результаты:**

Было отмечено, что кинематику движения можно эффективно описать с помощью полиномов Морса. Была разработана программа поиска соответствующих полиномов определенных перестановок. В процессе работы мы остановились на рассмотрении кинематики Knee-Flex-Extension и R-knee Rotation. Согласно правилу описания полиномов Морса, данная перестановка имеет вид 3-1-4-2. В работе представлены результаты подбора соответствующей перестановки.

В целях демонстрации рекуперационных способностей элементов опорно-двигательной системы человека, на основании исследований, проведенных Ribeiro, которые основывались на экспериментах Lafortune, была использована теория катастроф. Решение уравнения,

задающего катастрофу сборки дало основание для перехода к построению динамической системы берцово-бедренного контакта. А динамика перераспределения энергии была основана на уравнении Ван-дер-Поля.

Нурмуханова А.С. \_\_\_\_\_

Научный руководитель: д.т.н., профессор Мусалимов В.М. \_\_\_\_\_