

УДК 621.865.8

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХОДЬБЫ ДВУНОГОГО АППАРАТА, СНАБЖЕННОГО УПРАВЛЯЕМЫМИ СТОПАМИ**

Л.В. Глухова

Научный руководитель – д.т.н., профессор И.А. Тимбай  
Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королёва

Целью данной работы является математическое моделирование ходьбы двуногого аппарата, снабженного управляемыми стопами, изучение влияния стоп на кинематические, динамические и энергетические характеристики движения шагающего аппарата.

В данной работе аппарат моделируется весомым инерционным корпусом и двумя одинаковыми трехзвенными ногами, причем два весомых и инерциальных звена моделируют бедро и голень, а третьим невесомым и безынерционным звеном моделируется стопа конечности. Рассматриваются плоские движения по горизонтальной плоскости. Применяется последовательный алгоритм вычисления управляющих моментов в суставах аппарата и силы реакции опоры по известному закону движения. Рассматриваются два класса походок: комфортабельная (точка подвеса ног находится на постоянной высоте и движется с постоянной скоростью) и некомфортабельная (точка подвеса ног совершает колебания). Исследуются оптимальные в смысле минимума необходимых энергетических затрат законы движения двуногого аппарата, снабженного управляемыми стопами. Проводятся сравнения с бесстопным передвижением того же аппарата. В основе алгоритма расчета движения лежат математические модели, приведенные в книге В.В. Белецкого «Двуногая ходьба».

В программной среде Delphi создана программа, позволяющая:

- рассчитать кинематические, динамические и энергетические характеристики движения шагающего аппарата;
- построить графики зависимостей от времени угла отклонения корпуса от вертикали, угловой скорости отклонения корпуса, реакций опор, управляющего момента в колене опорной ноги, управляющего момента в колене переносной ноги, управляющего момента между бедром опорной ноги и корпусом аппарата, управляющего момента между бедром переносной ноги и корпусом аппарата, управляющего момента в голеностопном суставе;
- вывести таблицы с полученными в ходе работы данными;
- наглядно продемонстрировать передвижение модели двуногого аппарата.

Как показал проведенный в работе анализ, энергетические затраты двуногого аппарата, снабженного управляемыми стопами, при комфортабельной походке меньше, чем энергетические затраты при комфортабельном бесстопном передвижении аппарата. Однако передвижение некомфортабельной походкой с управляемыми стопами является наиболее выгодным в смысле энергетических затрат по сравнению с передвижением комфортабельной походкой с управляемыми стопами и передвижением комфортабельной походкой без стоп.