

СИНТЕЗ ДВИЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ УПРУГОЙ ОПОРЫ

Покатилов А.Е., Загrevский В.И., Лавшук Д.А., Федосеев Ю.Ю., Ефимов Д.В.
Могилевский государственный университет продовольствия
г. Могилев, Республика Беларусь

Динамические модели движения человека, используемые при исследовании целенаправленного движения в биомеханике спорта с учетом упругих свойств спортивного снаряжения, имеют различную форму в зависимости от выбранной модели опоры. Наиболее компактной и наиболее точной является модель на основе представления спортивного снаряжения в виде двух пружин, моделирующих вертикальную и горизонтальную деформации

$$M_{i,i-1} = g \sum_{j=i}^N C_{ij} \cos Q_j - \ddot{L}_{0r} \sum_{j=i}^N C_{ij} \sin Q_j + \ddot{L}_{0b} \sum_{j=i}^N C_{ij} \cos Q_j + \sum_{k=0}^N \sum_{j=i}^N A_{jk} \ddot{Q}_k \cos(Q_k - Q_j) - \sum_{k=0}^N \sum_{j=i}^N A_{jk} \dot{Q}_k^2 \sin(Q_k - Q_j). \quad (1)$$

В этом случае уравнение движения (1), записанное относительно момента управляющих сил мышечной системы, имеет четкую структуру: оно легко разбивается на выделенную опору, отражающую движение спортивного снаряжения, и выделенную биомеханическую систему, отражающую движение опорно-двигательного аппарата человека

$$M_{i,i-1} = \left[\ddot{L}_{0b} \sum_{j=i}^N C_{ij} \cos Q_j - \ddot{L}_{0r} \sum_{j=i}^N C_{ij} \sin Q_j \right] + \left[g \sum_{j=i}^N C_{ij} \cos Q_j \right] + \left[\sum_{k=1}^N \sum_{j=i}^N A_{jk} (\ddot{Q}_k + \sum_{s=1}^{k-1} \ddot{u}_s) \cos(Q_k - Q_j) - \sum_{k=1}^N \sum_{j=i}^N A_{jk} (\dot{Q}_k + \sum_{s=1}^{k-1} \dot{u}_s)^2 \sin(Q_k - Q_j) \right]. \quad (2)$$

Выражение (2) в общем виде запишем как сумму моментов мышечных управляющих сил, направленных на движение упругого спортивного снаряжения $M_{i,i-1}^{OP}$ и непосредственно человека $M_{i,i-1}^{БМС}$

$$M_{i,i-1} = M_{i,i-1}^{OP} + M_{i,i-1}^{БМС} = M_{i,i-1}^{ПАС} + M_{i,i-1}^{АКТ}. \quad (3)$$

С точки зрения синтеза движения, т.е. управления целенаправленным движением, в выражении (3) имеем две системы: опору и человека. Человек является активным элементом, так как именно его мышечная система и осуществляет целенаправленное движение. С этой точки зрения, упругий спортивный снаряд предстает пассивной системой, участвующей в синтезе движения только за счет оказываемого на него влияния биомеханической системы, т.е. спортсмена.

Констатируем, что для исследования в области синтеза целенаправленного движения спортсмена как на кинематическом, так и на динамическом уровнях, необходимо синтезировать в первую очередь движение спортсмена. Движение же спортивного снаряжения является лишь дополнительным, корректирующим фактором, зависящим от управления движением человека. Систему уравнений (2) решают, задавая программное управление первого звена в кинематической или динамической формах.