

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ТЕХНИКИ ГИМНАСТИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ МАСС-ИНЕРЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СПОРТСМЕНА

О.И. Загrevский

Томский государственный университет, Россия, O.Zagrevsky@yandex.ru

Введение. Многочисленными исследованиями показано наличие достоверных взаимосвязей между антропологическими показателями спортсменов и показателями в избранном виде спорта. Антропометрические показатели с соответствующими им масс-инерционными характеристиками (МИХ) являются важнейшими факторами формирования индивидуальной техники. В спортивной гимнастике, где предметом соревновательной оценки является техника исполнения упражнений на снарядах, до 80% времени уделяется именно этой стороне подготовке.

В практике спорта неоднократно обращали внимание на значение величины оптимального веса спортсмена на различных этапах спортивной подготовки. Смысл высказывания ряда авторов сводится к тому, что различный вес спортсмена оказывает влияние на формирование той или иной траектории движения, так как заданная программа движения реализуется различными управляющими воздействиями, находящимися в прямой зависимости с МИХ биомеханической системы. Однако, до настоящего времени, подобный взгляд не мог быть подкреплён конкретными цифровыми данными ввиду того, что:

- из практики спорта такие данные получить практически невозможно;
- теория спорта не обладала тем методом исследования, который бы позволил сопоставить прогнозируемые траектории движения в связи с изменениями МИХ звеньев тела спортсмена.

В этой связи выявление особенностей построения техники гимнастических упражнений с учётом изменения величины МИХ спортсмена является весьма актуальным.

Задача исследования: выявить влияние различных МИХ звеньев тела спортсмена на траекторию и показатели управляющих моментов мышечных сил биомеханической системы в условиях отсутствия сгибательно-разгибательных движений в суставах.

Методы исследования. Для выполнения упражнений в качестве модельного снаряда была выбрана перекладина. В качестве моделируемого движения в виси рассматривается вторая половина большого оборота назад на перекладине.

Для решения поставленных задач использовалась следующая методика и программа исследования:

1. В серии вычислительных экспериментов на ЭВМ осуществлялся синтез движений спортсмена.
2. В качестве исходных данных МИХ (исходный уровень) моделируемой биомеханической системы были взяты данные «среднестатистического» гимнаста, которые в технической системе мер измерения имели следующие значения:
 - масса первого звена (руки) – $0,79 \text{ кг} \cdot \text{с}^2/\text{м}$;
 - масса второго звена (туловище с головой) – $3,208 \text{ кг} \cdot \text{с}^2/\text{м}$;
 - масса третьего звена (ноги) – $2,383 \text{ кг} \cdot \text{с}^2/\text{м}$;
 - центральный момент инерции первого звена – $0,0243 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$;
 - центральный момент инерции второго звена – $0,0587 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$;
 - центральный момент инерции третьего звена – $0,1234 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$;
3. Моделировалось движение трехзвенной модели опорно-двигательного аппарата тела человека, совершающей вращательное движение в условиях опоры.
4. На различные варианты движений накладывались следующие ограничения:
 - в начальный момент времени звенья модели расположены на одной прямой;

- в начальный момент времени обобщенные координаты звеньев исследуемой модели равны 270^0 – движение начинается из под вертикали внизу относительно опоры;
- начальная скорость движения для всех звеньев моделируемой биосистемы задавалась равной 6,0 рад/с;
- продолжительность движения по времени составляла 0,9 с, шаг интегрирования системы дифференциальных уравнений, описывающих эволюцию биомеханической системы – 0,1 с;
- сгибательно-разгибательные движения в шарнирах модели отсутствовали на всей траектории биосистемы, что обусловило задание программного управления на кинематическом уровне.

5. Вариации МИХ звеньев тела спортсмена заключались в их увеличении и уменьшении с шагом 10% относительно исходного уровня до предельного изменения в диапазоне от +40% до -40%.

Результаты исследования и их обсуждение.

Рассмотрим влияние различных МИХ звеньев тела спортсмена на траекторию биомеханической системы в условиях отсутствия сгибательно-разгибательных движений в суставах (рис. 1).

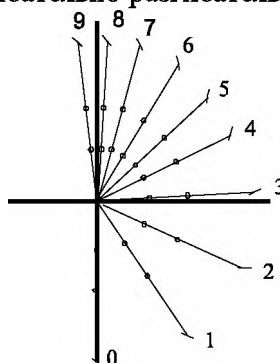


Рисунок 1 – Кинетодиаграмма синтезируемого упражнения среднестатистического гимнаста

В первой части вычислительного эксперимента предусматривалось последовательное увеличение массы звеньев, центральных моментов звеньев на 10%, с окончательным отклонением от исходного уровня до 40%. Было синтезировано 4 варианта движений.

Во второй части вычислительных экспериментов изменение массы и центрального момента инерции происходило по аналогичной программе, но направленной на их уменьшение («похудение» спортсмена). Таким образом, общая логика варьирования МИХ звеньев тела спортсмена во всей серии вычислительного эксперимента представлена матрицей (табл.).

Таблица 1 – Схема варьирования МИХ звеньев тела спортсмена

МИХ звеньев тела	Варианты вычислительного эксперимента								
	4	3	2	1	Исходные МИХ 5	6	7	8	9
M_1	$0,6 M_1$	$0,7 M_1$	$0,8 M_1$	$0,9 M_1$	0,790	$1,1 M_1$	$1,2 M_1$	$1,3 M_1$	$1,4 M_1$
M_2	$0,6 M_2$	$0,7 M_2$	$0,8 M_2$	$0,9 M_2$	3,208	$1,1 M_2$	$1,2 M_2$	$1,3 M_2$	$1,4 M_2$
M_3	$0,6 M_3$	$0,7 M_3$	$0,8 M_3$	$0,9 M_3$	2,383	$1,1 M_3$	$1,2 M_3$	$1,3 M_3$	$1,4 M_3$
J_1	$0,6 J_1$	$0,7 J_1$	$0,8 J_1$	$0,9 J_1$	0,0243	$1,1 J_1$	$1,2 J_1$	$1,3 J_1$	$1,4 J_1$
J_2	$0,6 J_2$	$0,7 J_2$	$0,8 J_2$	$0,9 J_2$	0,0587	$1,1 J_2$	$1,2 J_2$	$1,3 J_2$	$1,4 J_2$
J_3	$0,6 J_3$	$0,7 J_3$	$0,8 J_3$	$0,9 J_3$	0,1234	$1,1 J_3$	$1,2 J_3$	$1,3 J_3$	$1,4 J_3$

Анализ изменения биомеханических характеристик различных вариантов синтезированного движения показывает следующее.

Во-первых, при увеличении веса спортсмена для реализации заданной программы движения спортсмен должен развивать гораздо большие мышечные усилия относительно уровня его веса в хорошей спортивной форме. Увеличиваются значения управляющих моментов как в плечевых, так и тазобедренных суставах (рис. 2). Причем увеличение существенно и отличается линейной зависимостью (рис. 3).

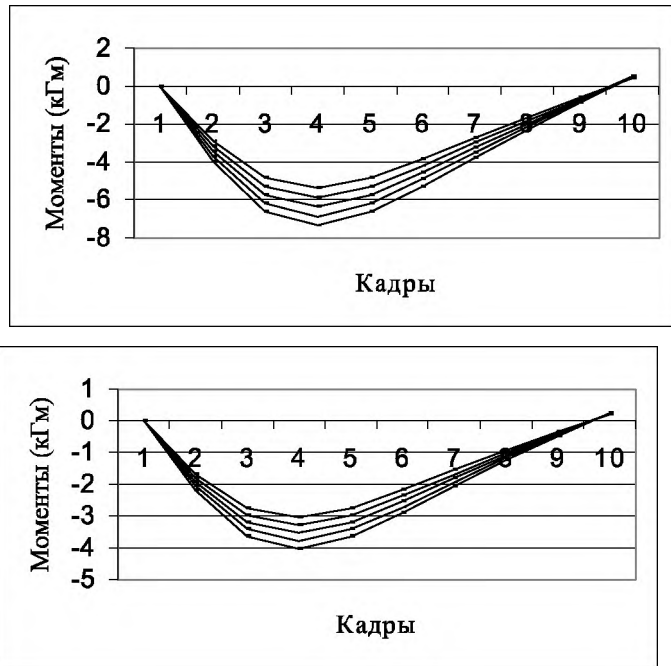


Рисунок 2 – Изменение величины управляющих моментов мышечных сил в плечевых (А) и тазобедренных (Б) суставах в связи с увеличением МИХ последовательно на 10% от исходного уровня до 40% (линия сверху - исходный уровень)

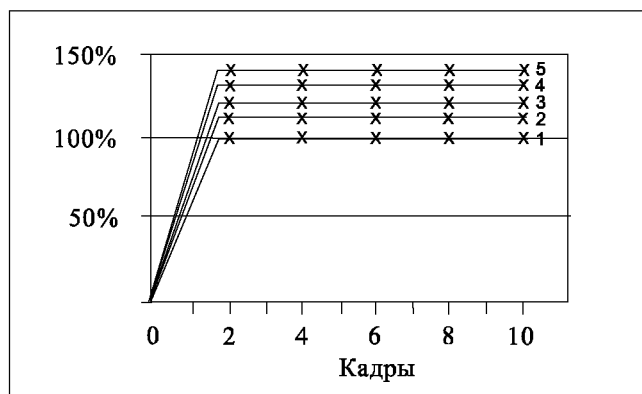


Рисунок 3 – Процентное увеличение моментов мышечных сил в плечевых суставах

Во-вторых, аналогичная зависимость отмечается при уменьшении веса спортсмена, его похудении. Так, например, при уменьшении веса спортсмена на 10%, 20%, 30%, 40% относительно «среднестатистических» показателей МИХ спортсмена (рис. 3, варианты 5-1), реализация заданной программы движений требует меньшего силового потенциала спортсмена.

Одновременно уменьшаются величины управляющих воздействий, как в плечевых, так и в тазобедренных суставах. Эти изменения происходят на всей траектории движения и обусловлены уменьшением веса звеньев спортсмена.

В-третьих, выявлено, что при одних и тех же антропометрических показателях длин звеньев тела спортсменов изменение МИХ по массе и центральному моменту инерции звеньев тела не оказывает абсолютно никакого влияния на траекторию перемещения биомеханической системы. Изменение величины веса тела и его момента инерции в 2 раза во всех вычислительных экспериментах не оказало влияния как на величину поворота общего центра масс (ОЦМ) моделируемой биосистемы, так и на скорость перемещения ОЦМ в момент прохождения вертикали вверх. Во всех случаях поворот ОЦМ составляет 503° , а скорость равна 1,84 м/с.

Выводы. При увеличении веса спортсмена для реализации заданной программы движения оборотового упражнения на перекладине спортсмен должен развивать гораздо большие мышечные усилия относительно уровня его веса в хорошей спортивной форме. Увеличиваются значения управляющих моментов как в плечевых, так и тазобедренных суставах. Причем увеличение существенно и отличается линейной зависимостью.

При уменьшении веса спортсмена, его «похудении» реализация заданной программы движений требует меньшего силового потенциала спортсмена.

При одних и тех же антропометрических показателях длин звеньев тела спортсменов изменение МИХ по массе и центральному моменту инерции звеньев тела не оказывает абсолютно никакого влияния на траекторию перемещения биомеханической системы.