

**Козловская О.Н.**

Белорусский государственный университет физической культуры

## **О СОЧЕТАНИИ БИОМЕХАНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И СИНТЕЗА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СПОРТИВНЫХ ДВИЖЕНИЙ**

**Kozlovskaya O.N.**

Belarusian State University of Physical Culture

### **ON THE COMBINATION OF BIOMECHANICAL ANALYSIS AND SYNTHESIS IN THE STUDY OF SPORTS MOVEMENTS**

**Аннотация.** В данной работе обсуждаются перспективы использования биомеханического компьютерного синтеза для построения методики обучения и коррекции тренировочного процесса спортсменов на основе определения элементов осанки и управляющих движений физического упражнения.

**Ключевые слова:** главные управляющие движения; элементы динамической осанки; анализ; синтез.

**Abstract.** This paper discusses the prospects for using biomechanical computer synthesis to construct a methodology for teaching and correcting the training process of athletes based on determining the elements of posture and control movements of a physical exercise.

**Keywords.** Main control movements, elements of dynamic posture, analysis, synthesis.

**Введение.** Физическая культура и спорт – одна из самых быстро развивающихся за последние десятилетия отраслей социальной сферы во всем мире. В настоящее время идет становление новой системы спорта, предполагающей использование в тренировочном процессе персональных компьютеров, программного обеспечения, дающего возможность проанализировать спортивное движение, разложив его на основные фазы. При этом определяются его основные характеристики – скорость, ускорение, суставные углы и некоторые другие параметры.

Они используются в процессе контроля правильности выполнения спортивного упражнения. Не смотря на развитие современных цифровых технологий, процесс обучения и коррекции в большинстве случаев строится на классическом подходе, предполагающем копирование техники спортсменов высшей квалификации, принятой в качестве эталона. При таком подходе, как правило, редко учитываются индивидуальные особенности спортсмена – его антропометрические данные, а также скоростно-силовые возможности.

Учет таких характеристик возможен в рамках концепции, предложенной В.Т. Назаровым [1], согласно которой любое двигательное действие можно представить в виде сочетания элементов динамической осанки и управляющих движений. Элементы динамической осанки – это ограничение подвижности в определенных сочленениях опорно-двигательного аппарата, создающее механизм выполнения физического упражнения. Управляющие движения представляют собой действия в суставах, благодаря которым обеспечиваются силы и энергетика.

Определение указанных составляющих возможно на основе биомеханического компьютерного синтеза, представляющего собой механико-математическое моделирование физического упражнения. В основе этого процесса лежит информация о реальных суставных движениях спортсмена. Она вводится в компьютерную модель процесса, затем в ходе исследования варьируются параметры управляющих движений и определяется их влияние на достижение цели упражнения.

**Цель исследования.** Построение методики биомеханического компьютерного синтеза на примере техники выполнения прыжка в длину.

**Методы исследования.** Исследование проводилось с использованием высокоскоростной видеосъемки, для которой применялась видеокамера Casio EX-F1 с частотой 300 кадров в секунду. Расположение камеры соответствовало стандартным рекомендациям [2]. Полученные материалы обрабатывались на основе методики, разработанной для научных исследований кафедры биомеханики БГУФК [3].

Синтез двигательного действия проводился с помощью программы биомеханического компьютерного синтеза, с использованием 11-звенной математической модели тела спортсмена, показанной на рисунке 1, где также показана схема измерения углов в суставах.

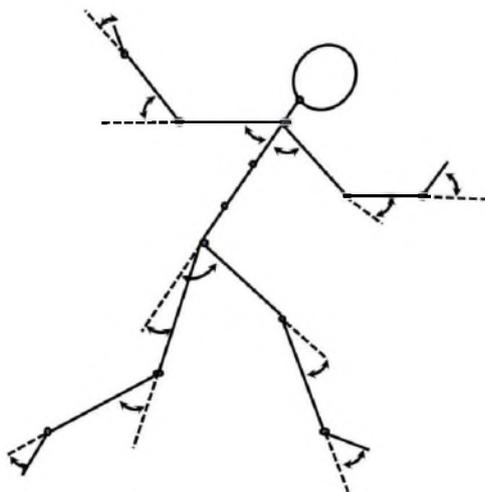


Рисунок 1. – Модель тела спортсмена

В качестве задаваемых параметров использовались масс-инерционные характеристики звеньев тела исполнителя, наличие или отсутствие действия силы тяжести, исходные условия движения, представляющие собой начальное положение и угловую скорость опорного звена, а также характеристики суставных движений (начальное и конечное положения сустава и время выполнения движения). Всего в программе возможно варьирование более семидесяти параметров, связанных, как с телом исполнителя, так и условиями выполнения управляющих движений в суставах.

**Результаты исследования.** Практическая реализация биомеханического синтеза осуществлялась с помощью специальной компьютерной программы. Окно ввода-вывода информации показано на рисунке 2. В его правой части расположены ячейки для ввода задаваемых условий движения. Это шаг решения задачи, угол стопы с вертикалью, угловая скорость стопы и параметры суставных движений. В центральной части рисунка располагается компьютерная анимация синтезируемого движения.

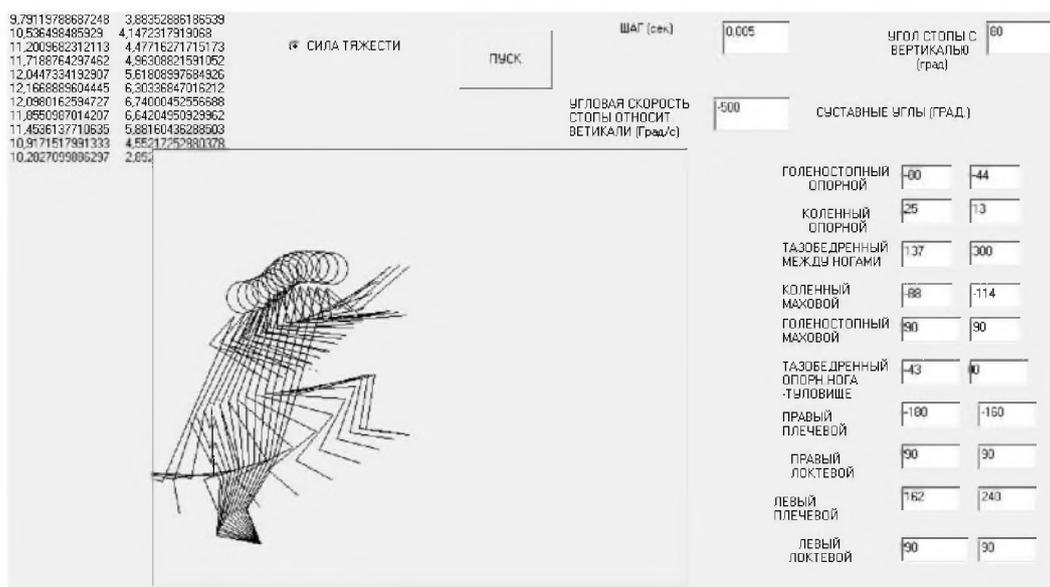


Рисунок 2. – Диалоговое окно программы биомеханического компьютерного синтеза

В ходе компьютерного синтеза исследовалось влияние суставных движений на скорость ОЦТ спортсмена путем введения вариаций (10%) на амплитуду суставного движения. Такой подход позволяет установить степень влияния каждого управляющего движения на достижение цели упражнения и определить биомеханико-педагогические составляющие двигательного действия – элементы осанки, главные и корректирующие управляющие движения.

В качестве объекта исследования была выбрана фаза отталкивания прыжка в длину с разбега (рисунок 3)



Рисунок 3. – Начальное и конечное положение спортсмена при отталкивании

В ходе моделирования, последовательно изменяя суставные углы, было исследовано влияние каждого сочленения на скорость общего центра тяжести тела спортсмена. Полученные данные при исследовании влияния суставных движений на скорость общего центра тяжести при введении вариации в размере 10% представлены на рисунках 4–6.

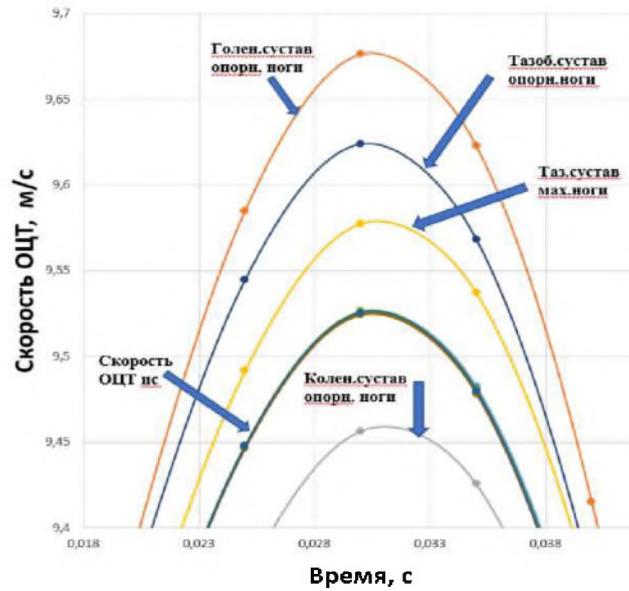


Рисунок 4. – Зависимость горизонтальной составляющей скорости общего центра тяжести спортсмена для фазы отталкивания при увеличении амплитуды суставного угла

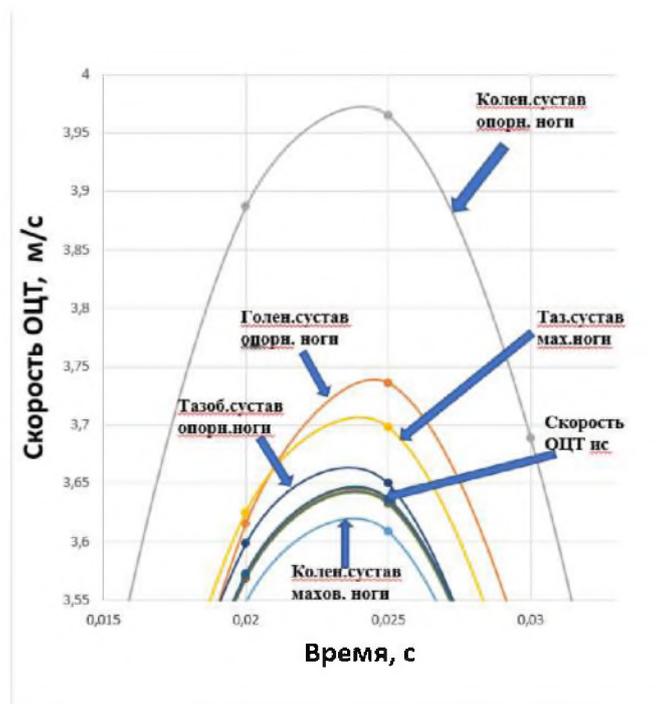


Рисунок 5. – Зависимость вертикальной составляющей скорости общего центра тяжести спортсмена для фазы отталкивания при увеличении амплитуды суставного угла

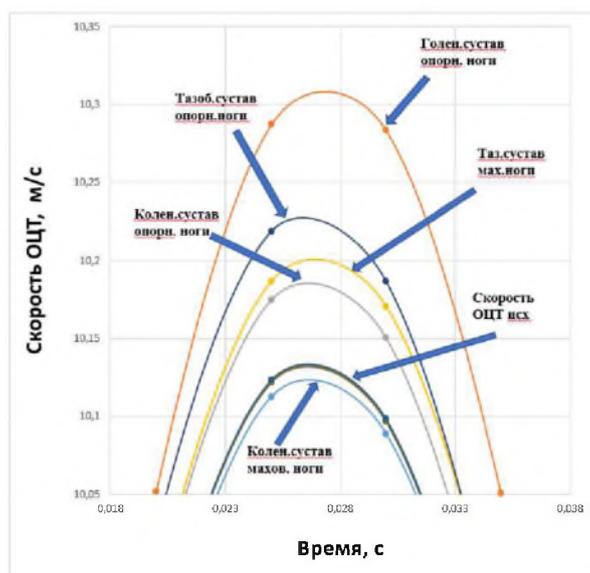


Рисунок 6. – Зависимость результирующей скорости общего центра тяжести спортсмена при выполнении фазы отталкивания при введении вариаций в амплитуду суставных движений

Результат сравнительного анализа влияния управляющих движений в суставах представлен на диаграмме (рисунок 7.). Так, наиболее сильное влияние на скорость ОЦТ при выполнении отталкивания при прыжке в длину оказывает движение в голеностопном суставе опорной ноги, вторым по значимости является действие, выполняемое в тазобедренном суставе опорной ноги и третьим – движение в тазобедренном суставе маховой ноги. Несколько парадоксальное влияние оказывает коленный сустав опорной ноги. Здесь увеличение амплитуды движения приводит к уменьшению скорости ОЦТ, что на наш взгляд, свидетельствует о необходимости ограничения амплитуды этого суставного движения во время отталкивания. В соответствии с понятиями педагогической биомеханики последнее действие следует отнести к элементам динамической осанки.

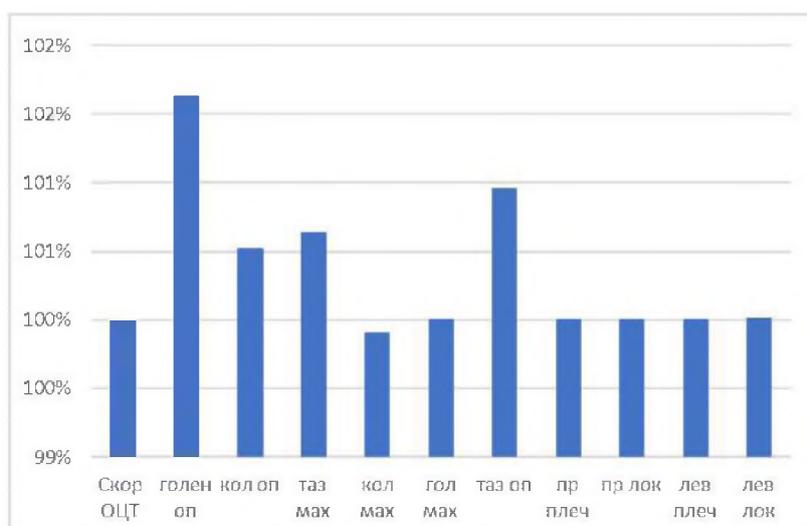


Рисунок 7. – Сравнительный анализ управляющих движений в суставах на скорость ОЦТ в фазе отталкивания прыжка в длину.

### **Заключение.**

Проведенное исследование показало, что основными элементами осанки в фазе отталкивания прыжка в длину является ограничение подвижности в коленном суставе опорной ноги, а главные управляющие движения осуществляются в ее голеностопном и тазобедренном суставах.

Полученные данные позволяют построить эффективный процесс освоения двигательного действия, а также подобрать средства педагогического воздействия, связанные с тренировкой мышц, обеспечивающих указанные составляющие рассмотренного физического упражнения.

1. Назаров, В. Т. Движения спортсмена / В. Т. Назаров. – Минск: Польша, 1984. – С. 35–44
2. Годик, М. А. Спортивная метрология: учеб. для институтов физ. культуры / М. А. Годик. – М., 1988.
3. Сотский, Н. Б. Практикум по биомеханике : практикум / Н. Б. Сотский, В. Ю. Екимов, В. К. Понаморенко. – Минск : БГУФК, 2014. – С. 51–55.

*Колеганова Э.О.*

Белорусский государственный университет физической культуры

## **УПРАВЛЕНИЕ БАЗОВОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКОЙ ЮНЫХ ФИГУРИСТОВ НА ЭТАПЕ НАЧАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ**

*Koleganova E.*

Belarusian State University of Physical Culture

## **MANAGEMENT OF BASIC TECHNICAL TRAINING OF YOUNG FIGURE SKATERS AT THE INITIAL TRAINING STAGE**

**Аннотация.** В статье рассмотрены современные особенности технической подготовки фигуристов на этапе начальной подготовки. Экспериментально обоснована эффективность использования интерактивных методов осознанного обучения при формировании базовой техники скольжения у юных фигуристок 1–2-го года обучения.

**Ключевые слова:** фигурное катание; техническая подготовка; элементы скольжения; интерактивные методы

**Abstract.** The article presents the modern specifics of technical training of figure skaters at the initial training stage. The effectiveness of using interactive methods of conscious learning in the formation of basic sliding on ice technique in young figure skaters of the 1st–2nd year of study is experimentally substantiated.

**Keywords:** figure skating; technical training; sliding on ice elements; interactive methods.