

---

## **БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ДВИЖЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ «ЭВРИСТИКА»**

---

**В.И. Загrevский, О.Н. Загrevская**  
*Могилевский государственный  
университет им. А.А. Кулешова*

**ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ** – разработать методику синтеза движений человека на ПЭВМ в режиме оконных меню.

**СРЕДСТВА** – аппаратный комплекс на базе персонального компьютера.

**МЕТОД** исследования – математическое моделирование движений человека на ПЭВМ.

**ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ** – спортсмены – гимнасты высшей квалификации.

**ПРЕДМЕТНАЯ ОБЛАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ** – техника спортивных упражнений.

Синтез движений человека на ПЭВМ относится к одному из направлений исследования биомеханической структуры спортивных упражнений. Использование ПЭВМ для расшифровки технических действий спортсмена создает возможность компьютерного поиска рациональной техники спортивных упражнений. Разработанная компьютерная программа синтеза движений человека на ПЭВМ успешно решает задачи конструирования различных вариантов техники спортивных упражнений на основе знаний и представлений пользователя о биомеханике взаимодействия спортсмена с опорой.

При вызове программной системы на мониторе компьютера появляется панель меню, состоящая из 7-ми оконных кнопок управления функционированием программной системы.

При выводе главного меню на экран монитора автоматически инициализируется первая оконная кнопка «Параметры синтеза»,

помеченная на экране белым цветом. Оконные кнопки имеют следующие названия:

1. Параметры синтеза.
2. Синтез движений.
3. Печать.
4. Кинетограмма.
5. Анимация.
6. Биомеханические характеристики.
7. Графика.

Название оконных кнопок соответствуют их функциональным заданиям, которые рассмотрим более подробно ниже. Переход от одной функциональной оконной кнопки главного меню к другой функциональной оконной кнопке осуществляется нажатием на клавиши со стрелками «→» — вправо и «←» — влево. Инициализированная оконная кнопка высвечивается белым цветом. При нажатии на клавишу «Enter» инициализированная оконная кнопка передает управление на соответствующие данной оконной кнопке функциональные процедуры.

Оконная кнопка «Параметры синтеза» предназначена для задания необходимых биомеханических условий синтеза движения. При инициализированной оконной кнопки «Параметры синтеза» нажатие на клавишу клавиатуры «Enter» выводит на экран монитора ниспадающее подменю, включающее все необходимые параметры задания условий движения биомеханической системы.

Первоначальная установка на отдельные подсистемы программы происходит автоматически в режиме последовательного продвижения по всем параметрам установки условий движения биомеханической системы, начиная с задания количества звеньев модели и заканчивая выходом в главное меню. Текст инициализированного параметра изменения задачи высвечивается белым цветом, а для начала его функционирования необходимо нажать на клавишу клавиатуры «Enter». Необходимые далее для ввода исходных данных требуемые операции высвечиваются в правой части экрана.

После ввода всех исходных данных и нажатия на клавишу «Enter» при инициализации подменю «Выход в главное меню» (подменю помечается белым цветом) курсор помещается в окне «Параметры синтеза». Нажатием на стрелку перемещения курсора вправо (кнопка клавиатуры со стрелкой «→») курсор помещается в окно «Синтез движений», о чем сигнализирует изменение цвета текста окна на белый. Нажатием на клавишу «Enter» приводится в

действие подсистема математической модели синтеза движения и все необходимые процедуры, обеспечивающие решение поставленной задачи имитационного моделирования движений человека на ПЭВМ.

Основные биомеханические характеристики синтезированного движения высвечиваются на экране монитора с автоматической инициализацией оконной кнопки «Параметры синтеза».

Здесь возможны два направления использования программной системы:

1. Продолжить работу с полученными данными синтезированного движения (вывести результаты вычислений на печать, построить кинетограмму и т.п.).

2. Изменить параметры синтеза движения (изменить количество звеньев биомеханической системы или их масс-инерционные характеристики, синтезировать движение с учетом или без учета действия момента силы тяжести и т.п.).

Нажатие на кнопку клавиатуры со стрелкой вправо (→) приводит к продолжению работы с полученными данными. Для этого, воздействуя на кнопки клавиатуры (→ или ←), необходимо инициализировать требуемую оконную кнопку главного меню и, выбрав нужную, нажать на клавишу «Enter».

Нажатие на клавишу «Enter», при инициализированной оконной кнопке «Параметры синтеза», приводит к появлению ниспадающего подменю, позволяющего внести изменения в условия задачи синтеза движения биомеханической системы.

Для распечатки количественных значений биомеханических характеристик синтезированной траектории биомеханической системы необходимо перевести курсор главного меню на оконную кнопку «Печать». При изменении цвета текста оконной кнопки «Печать» на белый цвет (кнопка инициализирована), необходимо нажать на клавишу «Enter», снизу появится ниспадающее подменю.

Печать результатов моделирования можно выполнить как на экран монитора, так и получить результат в твердой копии выводом на принтер. Для этого инициализируется необходимый пункт ниспадающего подменю оконной кнопки «Печать» перемещением курсора с помощью кнопок клавиатуры «↑» или «↓». После выбора необходимого пункта подменю нажимается клавиша «Enter» и на экране монитора появляется список наименований биомеханических характеристик. Среди появившихся на экране монитора наименований необходимо выбрать интересующий нас показатель движения, количественные значения которого требуется распеча-

татъ. Для этого, в режиме просмотра, перемещаем большой курсор по списку биомеханических характеристик и после выбора необходимого, нажимаем на клавишу «Enter». Для перемещения большого курсора используются клавиши клавиатуры «↑» или «↓».

При вызове программной системы инициализируется окно главного меню и оконный курсор устанавливается на окошке «Параметры синтеза», которое позволяет:

- Выполнить ввод исходных данных моделируемого процесса.
- В процессе функционирования программной системы изменять условия задачи синтеза движений.

Для выполнения ввода исходных данных необходимо после инициализации главного оконного меню щелкнуть по кнопке «Enter» (оконный курсор установлен на кнопке «Параметры синтеза»). На экране монитора появится ниспадающее подменю для ввода параметров задачи.

Первым из параметров установки решаемой задачи является количественный состав звеньев биомеханической системы. Программная система рассчитана на формирование уравнений движения для N-звенной биомеханической системы, и первоначально необходимо указать число звеньев модели в соответствии с решаемой двигательной задачей. Например, если исследуется техника большого оборота назад на перекладине, в котором сгибательно-разгибательные движения выполняются только в двух суставах (плечевые и тазобедренные), то число звеньев биомеханической модели равно 3 (руки, туловище с головой, ноги).

В ниспадающем подменю ввода параметров задачи оконный курсор первоначально автоматически устанавливается на оконной кнопке «1. Звенья модели (кол-во)».

Для ввода числа звеньев модели необходимо щелкнуть по кнопке клавиатуры «Enter» – в правой части экрана появляется подменю «Звенья модели (кол-во)» с мигающим курсором красного цвета под цифрой 0. В режиме редактирования вводится численное значение количества звеньев модели. Далее следует щелкнуть по кнопке клавиатуры «Enter». Программная система входит в режим ввода масс-инерционных характеристик (МИХ) биомеханической системы. В подменю «Параметры изменения задачи» инициализируется вторая строка – «2. МИХ звеньев тела». В правой части экрана монитора высвечивается надпись «Введите МИХ звеньев тела». Ниже распечатываются 5 колонок цифр.

В первой колонке последовательно выводится номер звена модели, и вывод ограничивается заданным количеством звеньев

модели. В оставшихся четырех колонках вводятся 4 параметра масс-инерционных характеристик звеньев модели: длина звена, расстояние от центра масс звена до проксимального к опоре сустава, масса, центральный момент инерции звена. В дальнейшем эти четыре параметра используются программной системой для формирования динамических характеристик звеньев модели.

Вычислительные эксперименты показали эффективность использования разработанной программной системы для поиска оптимальной техники спортивных упражнений на ПЭВМ.

Электронный архив библиотеки МГУ имени А.А. Кулешова