

Компьютерная программа построения расчетных моделей анализа движений биомеханических систем

Валерий Загrevский, Олег Загrevский

АННОТАЦИЯ

Рассматривается компьютерная технология построения и кинематических и динамических моделей анализа движений биомеханических систем в условиях опоры. Представление пользователя о значениях биомеханических характеристик упражнения реализуется в графическом варианте в автоматизированном режиме вычислительных операций. Рассматриваются пути возможной модификации разработанной компьютерной программы «БИОМЕХАНИКА».

Ключевые слова: спортивное упражнение, биомеханическая система, модель, компьютерная программа.

ABSTRACT

Computer technology of composition and analysis of kinematic and dynamic models of biomechanical system motion analysis on support is considered. User notion about the meanings of exercise biomechanical characteristics is realized graphically in automated regimes of computing operations. Ways of possible modification of «BIOMECHANICS» elaborated computer program are considered.

Keywords: sports exercise, biomechanical system, model, computer program.

Введение. Использование современных информационных технологий на базе аудиовизуальных и компьютерных технологий – обоснованное требование сегодняшнего дня, необходимое для повышения эффективности учебно-тренировочного процесса спортсменов. Однако широкое внедрение компьютерных технологий в практику тренировочных занятий спортсменов сдерживается отсутствием базы программного обеспечения вычислений биомеханических характеристик спортивных упражнений [3, 4]. Нужный для этого механико-математический инструментальный описания кинематического и динамического состояния опорно-двигательного аппарата тела человека можно найти в работах [2–4], в которых достаточно подробно освещены вопросы разработки кинематических и динамических моделей анализа движений биомеханических систем. В то же время их компьютерная реализация не достигла уровня практического применения в учебно-тренировочном процессе спортсменов. В связи с этим создание технологии компьютерного построения расчетных моделей кинематического состояния биомеханических систем является актуальной задачей, реализация которой позволит повысить эффективность учебно-тренировочного процесса спортсменов.

Цель исследования. Целевая установка выполненного исследования заключалась в разработке компьютерной технологии автоматизированного построения расчетных моделей кинематического состояния биомеханических систем в условиях опоры с графической поддержкой результатов вычислений.

Методы исследования: анкетирование; расчетные методы биомеханики для определения параметров кинематических и динамических характеристик спортивных упражнений; тестирование отдельных блоков компьютерной программы и экспериментальная проверка ее функционирования.

Результаты исследования и их обсуждение. Анкетирование применяли для

выяснения мнения тренеров по спортивной гимнастике о последовательности и содержании событийных процессов в технологии использования различных блоков разработанной компьютерной программы «БИОМЕХАНИКА». Результаты использовали для корректировки функционирования программной системы. В анкетировании участвовали 44 тренера по спортивной гимнастике Сибирского федерального округа. Его выполняли на базе СДЮСШОР по спортивной гимнастике им. И. И. Маметьева в период прохождения учебно-тренировочных сборов (г. Ленинск-Кузнецкий, октябрь 2013 г.).

Для определения параметров кинематических и динамических характеристик спортивных упражнений применяли расчетные методы биомеханики [4].

Педагогические требования к сценарию функционирования компьютерной программы «БИОМЕХАНИКА» были определены на основе анкетирования и опроса ведущих тренеров по спортивной гимнастике Сибирского федерального округа. По мнению респондентов, основные количественные показатели технического мастерства гимнастов должны включать как кинематические и динамические характеристики движений, так и специфические критерии качества техники упражнений, в ряде случаев и не относящиеся к стандартным показателям движений, например, критерий мощности по Ю. К. Гавердовскому [1]. Весьма желательным компонентом функционирования программы являлся бы блок воспроизведения на экране компьютера кинетограммы упражнения, моделирующей положение и позу спортсмена в соответствии с видеокадрами упражнения. И, пожалуй, наиболее важный момент – возможность использования программы в условиях учебно-тренировочных занятий тренером, не обладающим специальными знаниями по информатике и компьютерным технологиям.

Содержание и логика функционирования компьютерной программы «БИОМЕХАНИКА» включают два основных направления: построение кинетограммы упражнения и графическую поддержку ре-

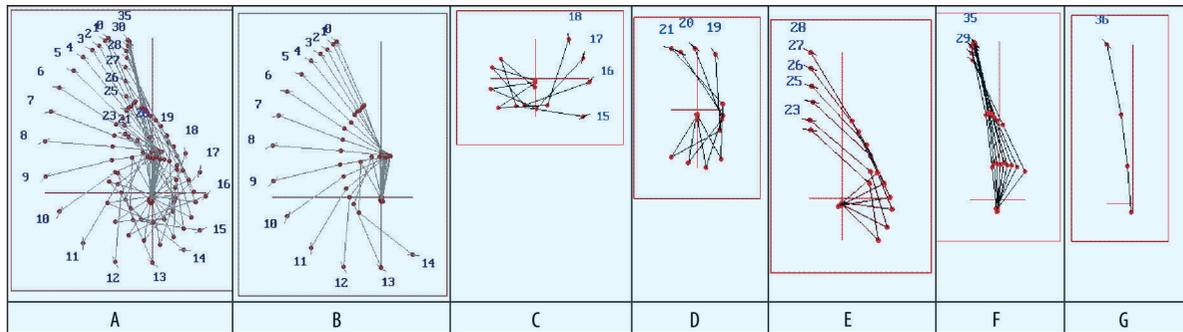


РИСУНОК 1 – Кинетограмма оборота назад в упоре на перекладине и его отдельных фрагментов

Опорная часть упражнения

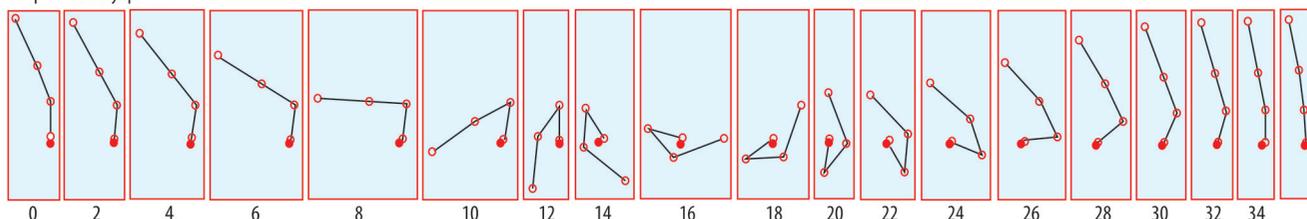


РИСУНОК 2 – Разноска видеок кадров в кинетограмме оборота назад в упоре в стойку на руках на перекладине

зультатов вычисления биомеханических характеристик упражнений по материалам оптической регистрации движений.

Построение кинетограммы упражнения. После загрузки компьютерной программы на экране компьютера распечатывается запрос о вводе файла, содержащего сведения об исполнителе и результатах промера упражнения. После ввода файла промера упражнения на экране разворачивается покадровая кинетограмма всех видеок кадров упражнения – от начального и до конечного (рис. 1, А).

Упражнение может быть продолжительным по времени исполнения и поэтому кадры кинетограммы могут наслоятся друг на друга, что будет мешать визуальному анализу (см. рис. 1, А). Для облегчения восприятия образа движения упражнение можно воспроизвести по отдельным фрагментам или фазам с меньшим количеством кадров кинетограммы (рис. 1, В–F), вплоть до отдельного видеок кадра (рис. 1, G).

Второй способ представления кинетограммы – покадровая разноска видеок кадров упражнения (рис. 2).

Процедура построения графика полностью автоматизирована и включает такие основные операции, как масштабирование по оси Ox декартовой системы координат, в зависимости от количества видеок кадров упражнения; автоматизированная расстановка номера видеок кадра по оси Ox ; постро-

ение графика биомеханических характеристик упражнения для отдельных элементов биомеханической системы (звено, ЦМ звена, сустав, ОЦМ) методом кубической сплайновой интерполяции.

Нажатием на клавишу «PrtSc» обеспечивается копирование экрана и дальнейшая его вставка стандартными методами Windows в один из документов текстового (Microsoft Word, WordPad, Блокнот) или графического (Paint) редактора, что позволит в дальнейшем при необходимости подкорректировать рисунок или распечатать его.

Автоматизированный вывод графика на экран заключается в том, что данная опция позволяет последовательно, начиная с первого номера, просмотреть графики всех биомеханических характеристик на экране компьютера, не прибегая к указанию и вводу номера задаваемой биомеха-

нической характеристики (рис. 3). Выбор способа представления графика на экран компьютера определяется пользователем и зависит от задач просмотра результатов вычислений.

Экспериментальную проверку работы программы в условиях учебно-тренировочного процесса гимнастов осуществляли на базе ДЮСШ №3 по спортивной гимнастике г. Томска. Выяснилось, что обучиться пользованию программной системой можно за 30–40 мин тренировочного занятия школьникам в возрасте 12–13 лет. Проверка показала корректность функционирования всех блоков программного обеспечения и выявила потенциальную возможность дальнейшей модификации программы по следующим направлениям.

- Выполнять расчет параметров биомеханических характеристик не только в условиях опоры, но и в безопорном состоянии.
- Целесообразно в местах локальных экстремумов функции или в определенных пользователем местах декартовой системы координат размещать кинетограмму позы и положения спортсмена.
- Иметь возможность изменять размер шрифта.
- Программа должна обеспечивать возможность выполнения сравнительного анализа техники упражнения у двух и более исполнителей.

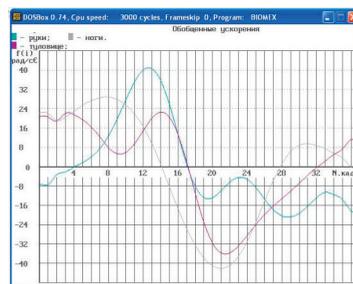


РИСУНОК 3 – Графическая поддержка результатов вычислений биомеханических характеристик

Несомненно, данная модификация программного обеспечения позволит более квалифицированно и качественно анализировать техническое мастерство спортсмена, определять двигательные ошибки и намечать пути их исправления.

Выводы

Компьютерная программа «БИОМЕХАНИКА» доступна для использования на тре-

нировочных занятиях по спортивной гимнастике как тренерским составом ДЮСШ, так и гимнастами, начиная с возраста 12–13 лет.

С помощью компьютерной программы «БИОМЕХАНИКА» информацию о количественных значениях биомеханических характеристик можно получить в течение нескольких секунд, что оправдывает ее использование в учебно-тренировочном процессе ДЮСШ по

спортивной гимнастике с целью совершенствования технической подготовки спортсменов.

Дальнейшая модификация программного обеспечения разработанной компьютерной программы позволит расширить сферу функционирования программной системы и существенно усилить научно-техническое обеспечение учебно-тренировочного процесса гимнастов.

■ **Литература**

1. Гавердовский Ю. К. Обучение спортивным упражнениям. Биомеханика. Методология. Дидактика / Ю. К. Гавердовский. – М.: Физкультура и спорт, 2007. – 912 с.
2. Загrevский В.И. Компьютерный синтез двигательных действий с управлением движением по кинематическому состоянию биомеханической системы / В. И. Загrevский, О. И. Загrevский // Теория и практика физ. культуры. – 2013. – № 7. – С. 10–15.
3. Загrevский В. И. Сравнительный анализ параметров основных биомеханических показателей техники структурной группы перелетовых упражнений «Ткачев» на перекладине / В. И. Загrevский, В. С. Шерин // Вестн. Томск. гос. ун-та. – 2008. – № 306. – С. 133–138.
4. Загrevский В. И. Построение оптимальной техники спортивных упражнений в вычислительном эксперименте на ПЭВМ: монография / В. И. Загrevский, Д. А. Лавшук, О. И. Загrevский. – Могилев: МГУ им. А. А. Кулешова, 2000. – 190 с.

■ **References**

1. Gaverdovsky Y. K. Sports exercise training. Biomechanics. Methodology. Didactics / Y. K. Gaverdovsky. – Moscow: Fizkultura i sport, 2007. – 912 p.
2. Zagrevsky V.I. Computer synthesis of motor actions with motion management according to kinematic state of biomechanical system / V. I. Zagrevsky, O. I. Zagrevsky // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 2013. – № 7. – P. 10–15.
3. Zagrevsky V.I. Comparative analysis of the parameters of main biomechanical indices of the technique of structural group of «Tkachev» flight over exercises / V. I. Zagrevsky, V. S. Sherin // Tomsk State University Bulletin. – 2008. – № 306. – P. 133–138.
4. Zagrevsky V.I. Composition of sports exercise optimum technique in computing experiment on PC: monograph / V. I. Zagrevsky, D. A. Lavshuk, O. I. Zagrevsky. – Mogilev: MSU named after A. A. Kuleshov, 2000. – 190 p.

Томский государственный национальный исследовательский университет, Томск, Россия
zvi@tut.by, O.Zagrevsky@yandex.ru

Поступила 09.02.2015