

Ю. В. Воронович
старший преподаватель кафедры прикладной
физической и тактико-специальной подготовки
Могилевского института МВД

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ПОСТРОЕНИЯ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНИКИ ТЯЖЕЛОАТЛЕТИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ

***Аннотация.** В статье изложены технологические этапы проведения количественного биомеханического анализа техники «рывка» в тяжелой атлетике на основе видеосъемки. С целью автоматизации и ускорения процедуры «промера упражнения» с последующим построением необходимых графиков биомеханических характеристик движений использована компьютерная программа, разработанная для анализа техники гимнастических упражнений, которая в дальнейшем была модифицирована для анализа техники тяжелоатлетических упражнений.*

Взросшая конкуренция в спорте высших достижений требует внедрения в учебно-тренировочный процесс спортсменов современных информационных технологий, которые дают возможность тренеру получить объективную и срочную информацию о технике выполненного упражнения. Однако широкое распространение информационных технологий ограничено отсутствием базы программного обеспечения вычисления кинематических и динамических характеристик спортивных упражнений. В научной литературе [1; 2] освещены вопросы разработки кинематических и динамических моделей анализа движений биомеханических систем, которые достигли уровня практического использования в учебно-тренировочном процессе гимнастов. Однако в научной литературе недостаточно работ, направленных на компьютерную реализацию программ расчета биомеханических характеристик с последующим использованием этих данных в учебно-тренировочном процессе тяжелоатлетов. Из них можно отметить серию работ сотрудников кафедры биомеханики ГЦОЛИФК, которые успешно используют модифицированную методику биомеханического контроля технической и скоростно-силовой подготовленности тяжелоатлета «ГЦОЛИФК 2012» [3–5]. Отметим, что данная методика в основном направлена на получение биомеханических характеристик движения штанги (за исключением ряда показателей, характеризующих систему «спортсмен — штанга»).

В связи с вышеизложенным является актуальной разработка и практическое использование компьютерных программ, направленных на анализ биомеханических характеристик движения штанги, движения спортсмена и движения системы «спортсмен — штанга» в тяжелой атлетике.

После проведения видеосъемки техники спортивного упражнения необходимо выполнить «промер упражнения». В проведенном ранее исследовании было показано что «... процедура “промера упражнения” предполагает определение координат ключевых точек спортсмена на каждом кадре анализируемого видеоряда, число промеряемых точек может достигать 20, а число анализируемых кадров, даже при стандартной частоте съемки и длительности упражнения в несколько секунд, может измеряться несколькими сотнями. Следовательно, время ручного промера упражнения одной соревновательной попытки может достигать несколько часов» [6, с. 162].

Для автоматизации и ускорения данного процесса мы использовали компьютерную программу, разработанную для анализа техники гимнастических упражнений [2], модифицированную для анализа техники тяжелоатлетических упражнений [6–8].

Модифицированная программа состоит из двух модулей — «Анализ» и «Промер». Программа «Промер» позволяет нанести и считать маркерные точки с кадров изображения (рисунок 1).

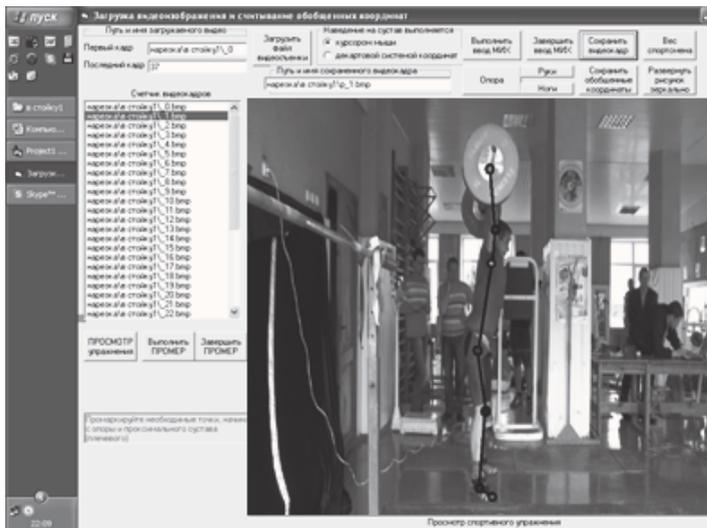


Рисунок 1 — Интерфейс программы после нанесения маркерных точек на кадр видеоряда

Затем в программу вводятся данные масс-инерционных характеристик спортсмена, где происходит их последующие вычисление (рисунок 2).

	Длина (м)	Координата ЦМ сегмента (м)	Вес (кг)	Центральный момент инерции (кг·м ²)	
Кисть	0.17	0.62747	58944	0.0014	
Предплечье	0.21	0.89754	1.5504	0.0058	
Плечо	0.28	1.25944	2.59872	0.017	
Голова	0.26	1.29948	3.3312	0.019	
Туловище	0.48	21.36	20.8533	0.04	
Бедро	0.40	1.8196	13.5984	0.18	
Голень	0.38	1.53862	4.1568	0.051	
Стопа	0.24	1.0596	1.31616	0.0064	
Звено 1	0.66	2.93940	4.73856	0.17	Руки <кисть-предплечье-плечо>
Звено 2	0.74	1.66291	24.1905	11.2573	Туловище <голова-туловище>
Звено 3	1.02	3.11604	19.0713	1.68619	Ноги <бедро-голень-стопа>

Рисунок 2 — Сформированная после инициализации матрица МИХ

После выполнения промера всего упражнения маркированный видеоряд с расчетами масс-инерционных характеристик загружается во второй модуль программы «Анализ».

Модуль программы «Анализ» позволяет выполнить расчет биомеханических характеристик упражнений по материалам оптической регистрации движений. Исходными данными являются данные файла записи результатов «промера», полученные с использованием модуля «Промер».

После загрузки модуля «Анализ» программа строит кинетограммы упражнения (рисунок 3).

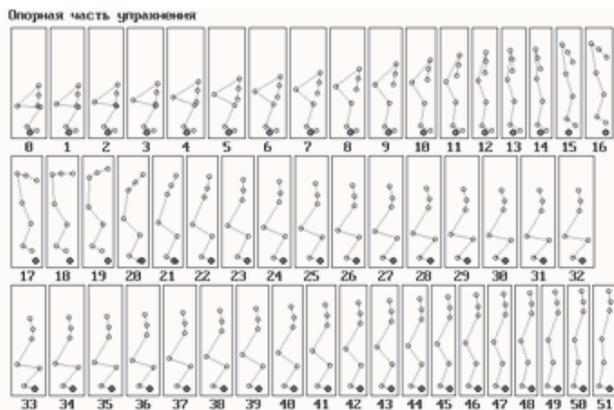


Рисунок 3 — Результат работы программы в режиме «Разноска кадров»

Режим «Разноска кадров» выполняется в автоматизированном режиме и исключает возможность вмешательства пользователя в этот процесс.

В зависимости от количества кадров кинетограммы программа формирует их «высотный» и «широтный» профиль для максимального заполнения пространства экрана, что позволяет пользователю эффективно выполнить анализ технических действий спортсмена по отдельным кадрам кинетограммы.

Модуль «Анализ» позволяет выполнить расчет биомеханических характеристик упражнений по материалам оптической регистрации движений. Разработанная ранее программа: «...вычисляет биомеханические характеристики упражнения по 33 кинематическим и 7 динамическим показателям движения, которые позволяют оценить кинематическое и динамическое состояние биомеханической системы в отдельные моменты времени. Оценка кинематики и динамики вычисленных показателей движения может выполняться не только на основании цифрового материала, но и на основании графического представления биомеханической характеристики упражнения» [6, с. 179] (рисунок 4).

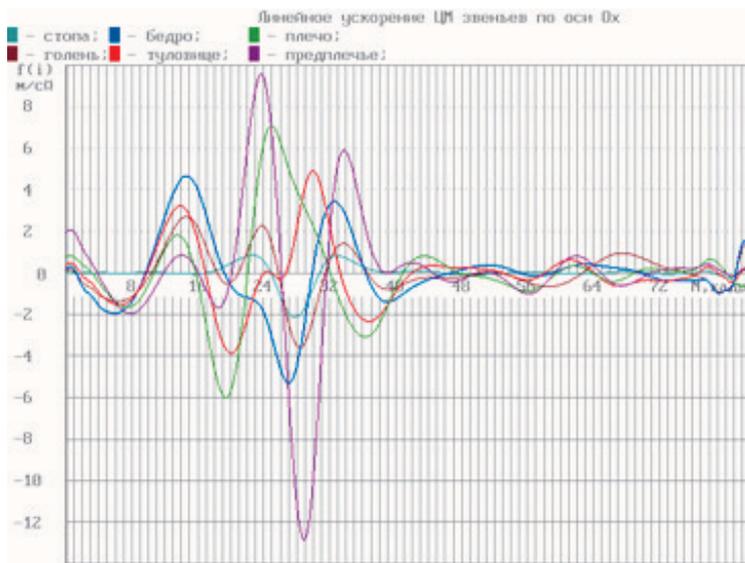


Рисунок 4 — График линейного ускорения центра масс звеньев по оси Oх при выполнении упражнения «Рывок штанги»

Выбор биомеханического показателя движения может выполняться в двух режимах:

1. Поочередный просмотр каждого элемента списка биомеханических характеристик в автоматизированном режиме.
2. Выбор пользователем требуемой биомеханической характеристики.

Список основных источников

1. Загrevский, В. И. Расчетные модели кинематики и динамики биомеханических систем / В. И. Загrevский. – Томск : Том. гос. пед. ун-т, 1999. – 156 с.
2. Загrevский, В. И. Компьютерная программа построения расчетных моделей анализа движения биомеханических систем / В. И. Загrevский, О. И. Загrevский // Теория и практика физической культуры. – 2014. – № 7. – С. 66–68.
3. Шалманов, А. А. Оперативный и текущий биомеханический контроль в спорте (проблемы и пути решения) / А. А. Шалманов, В. Скотников, Я. Ланка // Наука в олимпийском спорте. – 2013. – № 4. – С. 40–45.
4. Шалманов, А. А. Биомеханический контроль технической и скоростно-силовой подготовленности спортсменов в тяжелой атлетике / А. А. Шалманов, В. Ф. Скотников // Теория и практика физ. культуры. – 2013. – № 2. – С. 103–106.
5. Шалманов, А. А. Повышение эффективности управления тренировочным процессом спортсменов высокой квалификации на основе биомеханического контроля (на примере тяжелой атлетики) / А. А. Шалманов, В. Ф. Скотников, Е. А. Лукунина // Инновационные технологии в подготовке спортсменов : материалы 3-й науч.-практ. конф. ГКУ «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» 126 Москомспорта. – М., 2015. – С. 112–119.
6. Воронович, Ю. В. Биомеханика тяжелоатлетических упражнений: монография / Ю. В. Воронович, Д. А. Лавшук, В. И. Загrevский ; М-во внутр. дел Респ. Беларусь, учреждение образования «Могилевский институт Министерства внутренних дел Республики Беларусь». – Могилев : Могилев. институт МВД, 2014. – 196 с. : ил.
7. Воронович, Ю. В. Программно-аппаратный комплекс анализа и коррекции техники тяжелоатлетических упражнений / Ю. В. Воронович, Д. А. Лавшук // Вісн. Чернігів. нац. пед. ун-ту. Сер. Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. – 2013. Вип. 112 (Т. 3). – С. 18–20.
8. Воронович, Ю. В. Биомеханический анализ периода «Подсед» в тяжелоатлетическом упражнении «Рывок» в зависимости от массы спортивного снаряда / Ю. В. Воронович, Д. А. Лавшук // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2017. – № 12 (154). – С. 59–63.
9. Воронович, Ю. В. Сравнительный биомеханический анализ пространственных показателей движения штанги в рывке у спортсменов высокой и средней спортивной квалификации / Ю. В. Воронович // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2018. – № 5 (159). – С. 44–46.
10. Воронович, Ю. В. Методика оперативного биомеханического контроля техники тяжелоатлетических упражнений / Ю. В. Воронович // Современные проблемы методик физического воспитания и спортивной тренировки : Междунар. сб. науч. ст. / ГрГУ им. Я. Купалы; редкол.: А. И. Навойчик, А. И. Шпаков, А. М. Полещук ; под науч. ред. В. А. Баркова. – Гродно : ГрГУ, 2011. – С. 44–49.