

## ВВЕДЕНИЕ

Современный спорт предъявляет жесткие требования ко всем сторонам спортивной подготовки, в том числе и технической. В настоящее время большая часть исследований техники тяжелоатлетических упражнений проводится в условиях тренировки при подъеме штанги меньшего веса, чем атлет поднимает на соревнованиях [57]. Вместе с тем по мере уменьшения веса штанги изменяется траектория ее движения, характер усилий и другие биомеханические характеристики упражнения [39; 57; 98]. Следовательно, полученные данные искажают истинные параметры толчка и рывка, имеющие место при подъеме штанги (снаряда) предельного веса на соревнованиях. Именно эти данные представляют наибольший интерес для практики. Поэтому необходимо разрабатывать такие методы исследований, которые помогут предоставить необходимую информацию в кратчайший срок непосредственно после выполнения упражнения. Использование датчиков, которые можно установить на спортсмена либо на снаряд, ограничивается правилами соревнований. В этом случае оптимальный способ регистрации спортивных движений – использование бесконтактных методов, в частности видеосъемки. Обработка результатов видеорегистрации позволяет получить пространственные и временные характеристики движения. После этого, используя формульные зависимости, которые могут быть получены из законов движения, возможен численный расчет практически любой биомеханической характеристики движения спортсмена.

До недавнего времени получение оперативных данных о биомеханических характеристиках исследуемых упражнений сдерживалось рядом факторов, имеющих объективные причины. Выделим несколько из них.

Во-первых, 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 25 кадров в секунду при длительности упражнения в несколько секунд) может измеряться несколькими сотнями. Следовательно, время ручного промера упражнения одной соревновательной попытки может достигать нескольких часов, что не позволяет вносить срочные коррективы в технику соревновательных упражнений.

Во-вторых, количественный биомеханический анализ предполагает вычисление большого числа разнообразных кинематических и динамических характеристик движения – несколько десятков показателей движения. Данные показатели необходимо вычислять на всей траектории биомеханической системы.

В-третьих, до недавнего момента отсутствовали как теоретические, так и практические сведения о биомеханических моделях в области анализа и синтеза движений спортсмена.

Таким образом, без использования средств компьютерной техники реализация количественного биомеханического анализа практически невозможна. Поэтому актуальна разработка таких программ, которые ускорят получение необходимых биомеханических характеристик для последующего биомеханического анализа.

Материал, представленный в данной работе, является результатом теоретических и экспериментальных исследований, проведенных на протяжении ряда лет на кафедре профессионально-прикладной физической подготовки Могилевского института Министерства внутренних дел Республики Беларусь и на кафедре теории и методики физического воспитания Могилевского государственного университета имени А.А. Кулешова.

В монографии наряду с описанием методики проведения компьютерного биомеханического анализа представлены результаты сравнительного количественного биомеханического анализа техники рывка в тяжелой атлетике с использованием средств вычислительной техники. Мы разработали компьютерные программы «Анализ» и «Промер».

В первой главе рассмотрены возможности использования методов моделирования в исследовании техники тяжелоатлетических упражнений, показаны варианты моделирования движений человека без управляющих воздействий и с управляющими воздействиями. В качестве примера приведена шестизвенная модель опорно-двигательного аппарата (далее – ОДА) тела человека, описаны основные этапы проведения биомеханического анализа и синтеза техники спортивных упражнений.

Вторая глава посвящена расчетным моделям анализа техники тяжелоатлетических упражнений, показана методика определения основных кинематических и динамических характеристик упражнений по результатам оптической регистрации движений, в частности, по результатам видеосъемки.

В третьей главе освещаются методики определения геометрии масс тела человека для  $N$ -звенной модели ОДА. Рассматриваются подходы по определению моментов инерции как сегментов тела, так и всей биомеханической системы.

Четвертая глава монографии посвящена теоретическим аспектам современной техники тяжелоатлетических упражнений, изложены методологические подходы к ее изучению, описана фазовая структура техники рывка и толчка, показаны общие основы техники выполнения тяжелоатлетического двоеборья.

В пятой главе показан практический пример применения методов моделирования в исследованиях техники тяжелоатлетических упражнений. Изложены результаты сравнительного биомеханического анализа основных кинематических и динамических характеристик техники рывка в тяжелой атлетике, полученные по результатам видеосъемки реальных спортивных движений. Расчет биомеханических характеристик осуществляется с помощью авторской компьютерной программы, разработанной на алгоритмическом языке Visual Basic.