

Министерство спорта Российской Федерации

Департамент по молодежной политике, физической культуре, спорту
Томской области

Национальный исследовательский Томский государственный
университет

Факультет физической культуры

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА, ЗДРАВООХРАНЕНИЕ И ОБРАЗОВАНИЕ

*Материалы VIII Всероссийской научно-практической
конференции с международным участием,
посвященной памяти В.С.Пирусского*

Томск, 13-14 ноября 2014 года

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАГЛЯДНОСТИ В ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ СПОРТСМЕНОВ

Загревский В.И. (*Могилевский университет им. А.А. Кулешова, г. Могилев*)

Загревский О.И. (*Национальный исследовательский Томский
государственный университет, г. Томск*)

Загревская Л.В. (*филиал Кемеровского государственного университета,
г. Анжеро-Судженск*)

Введение. Спортивные упражнения представляют собой широкий класс многообразных, построенных на основе системно-структурных закономерностей и объединенных целевой направленностью исполнения двигательных действий [2]. Несомненно, что процесс освоения техники спортивных упражнений будет более эффективным, если он базируется на биомеханических закономерностях построения двигательных действий. Это концептуальное дидактическое положение обучения спортивным упражнениям не оспаривается в практике спорта, но и не реализуется со 100% гарантией его применения в учебно-тренировочном процессе. И причин этому несколько. Достаточно выделить только некоторые из них:

1. Отсутствие достаточного информационного объема знаний о биомеханических основах построения рациональной техники спортивных упражнений.

2. Отсутствие материального носителя информации о биомеханических закономерностях построения техники изучаемых спортивных упражнений.

3. Возможность оперативного предъявления обучаемому спортсмену необходимой биомеханической информации об изучаемом двигательном действии.

В настоящее время, в связи с широким использованием во всех сферах деятельности средств компьютерной техники, появилась возможность эффективно использовать компьютерные технологии и в учебно-тренировочном процессе, в частности, в технической подготовке спортсменов. И, на наш взгляд, разработка соответствующих технологий использования средств компьютерной техники в учебно-тренировочном процессе спортсменов - насущная задача спортивной науки сегодняшнего дня. В этой связи, в рамках выполненного исследования, стояли **задачи**:

1. Разработать компьютерную программу реализации принципа наглядности в обучении технике спортивных упражнений.

2. Проверить эффективность использования разработанного программного обеспечения в условиях вычислительного эксперимента.

Методологическая основа выполненного исследования базируется на концептуальных основах решения прямой и обратной задачи динамики в движениях биомеханических систем, дифференцированной роли фазового состава двигательных действий в реализации целевой функции упражнения и формализации целенаправленных движений человека.

В теоретической механике [1] рассматриваются так называемые прямые и обратные задачи динамики. В прямых задачах по заданному движению и массе движущегося объекта определяется равнодействующая сил, приложенных к рассматриваемому объекту движения. В биомеханике физических упражнений заданным движением является траектория биомеханической системы при выполнении спортивного упражнения, отражающая координаты маркерных точек (суставы и, при необходимости, другие антропометрические точки тела) в дискретные моменты времени. В биомеханических исследованиях траекторию звеньев тела спортсмена получают на основе промера упражнения, получаемого по материалам оптической регистрации реально выполняемых двигательных действий, в частности, видеосъемки спортивного упражнения. Определив по промеру упражнения обобщенные координаты (углы наклона звеньев тела спортсмена к оси Ox декартовой системы координат), обобщенные скорости (угловое ускорение звеньев) и обобщенные ускорения (угловое ускорение звеньев) вычисляют в дальнейшем динамические характеристики исследуемого движения и определяют динамическую структуру упражнения. Важнейшим технологическим моментом здесь является операция дифференцирования уравнений движения. Особенностью этого этапа решения прямой задачи динамики является то обстоятельство, что уравнения движения биомеханической системы заданы не в явном виде, а представлены массивом обобщенных координат, которые дифференцируют, используя численные методы. Таким образом, при решении *прямой задачи* биомеханики, траектория моделируемой биосистемы является исходной биомеханической информацией на основе которой, используя вычислительные алгоритмы расчетных моделей анализа движений [3], определяют численные значения различных кинематических и динамических характеристик упражнения.

Численные значения обобщенных координат моделируемой биосистемы, их первые и вторые производные по времени, позволяют в дальнейшем, используя расчетные модели анализа движений биомеханических систем [3], получить кинематическую и динамическую структуру исследуемого упражнения по отдельным группам биомеханических характеристик. В итоге, полученные данные позволяют решить общую задачу биомеханики: сконструировать такую технику упражнения, которая бы обеспечивала максимальные значения сил, оказывающих положительное влияние на достижение цели движения, и максимально минимизировала силы, оказывающие отрицательное влияние на эффективное решение двигательных задач упражнения.

Содержание и результаты исследования. Ставится задача: создать у занимающегося зрительное представление о технике изучаемого упражнения на основе визуального образа движения. Традиционно, по кадровый просмотр видеосъемки позволяет видеть только одиночный видеокادر изображения (рис. 1). Такое, дискретное воспроизведения движения не всегда удобно, так как часто возникает необходимость просмотреть одновременно всю картину движения. Мы решали эту задачу с использованием средств компьютерной

техники, на основе разработанного программного обеспечения, воссоздающего в виде кинетограммы упражнения траекторию звеньев тела спортсмена при выполнении упражнений.

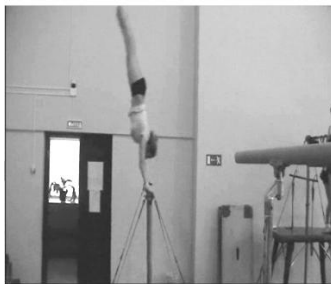


Рисунок 1 – Видеокадр гимнастического упражнения

По запросу пользователя на экране монитора формируется статическое видеоизображение кинетограммы упражнения (рисунок 2).

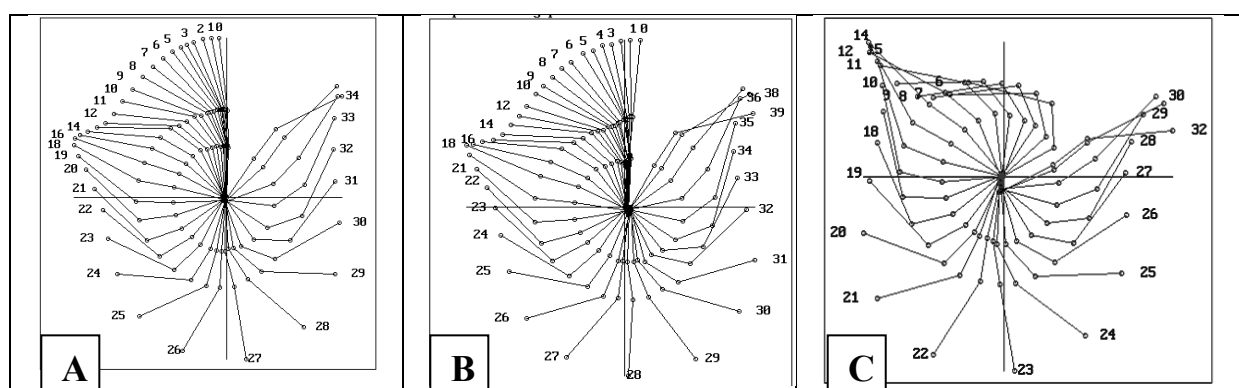


Рисунок 2 – Кинетограмма опорной части упражнения

«Перелет Ткачев»: А – ноги врозь, В – согнувшись, С – прямым телом

Траектория звеньев тела спортсмена рисуется в виде цветной палочкообразной схемы соединения суставов, изображаемых в виде окружности. Кинетограмма удерживается на экране произвольное время, необходимое пользователю для анализа пространственного положения звеньев тела спортсмена в различных фазах упражнения. Нажатием на пробел система переходит в режим модифицированных построений кинетограммы упражнения:

1. На всей траектории биосистемы.
2. На заданном участке траектории.
3. В виде положения звеньев модели для заданного момента времени.
4. В виде положения по заданной обобщенной координате избранного звена биомеханической системы.

Предварительно на экране распечатываются временные биомеханические характеристики упражнения, которые являются базисным ориентиром при задании модифицированных изменений в построении кинетограмм. Этими, задаваемыми пользователем, характеристиками являются:

1. Начальный момент времени просмотра упражнения.
2. Конечный момент времени просмотра упражнения.
3. Интервал движения на траектории биосистемы.
4. Шаг по времени между кадрами кинетограммы.
5. Число кинокадров на воспроизводимой траектории.

По первому варианту построения кинетограммы предусмотрены следующие ее модификации:

- с шагом по времени анализируемой видеограммы;
- с заданным шагом по времени (учащение или урежение количества кадров кинетограммы).

Подобный подход модификации зрительного образа движения определялся двумя обстоятельствами. Во-первых, для сравнительного визуального анализа упражнения целесообразно построение траекторий с одинаковой дискретизацией по времени. И, во-вторых, реальный шаг дискретизации модели по времени (частота видеосъемки), часто бывает «неудобен» для анализа, так как представлен своим численным значением в виде дроби или десятичного числа с большим количеством знаков после запятой.

Более частое воспроизведение траектории звеньев тела исполнителей позволяет выявить особенности позы и положения спортсмена, конкретизируя представления занимающегося о программе места и программе позы.

Второй вариант модифицированных построений кинетограмм упражнений предусматривает просмотр кинетограммы на некотором участке траектории. В этом случае шаг по времени также регламентируется пользователем, а участок траектории можно задать:

- относительно номеров кинокадров;
- относительно временного интервала движения.

Если участок траектории задается относительно номеров кинокадров, то занимающийся указывает начальный и конечный номер кинетограммы, а если относительно временного интервала, то – начальный и конечный моменты времени. Такой способ формирования кинетограмм упражнения позволяет:

- разделять фазы, накладывающиеся друг на друга в движении, что имеет место в противоположных движениях звеньев тела в различных фазах упражнения, а также, если вращательное движение совершается более чем на 360° .

- выполнить более детальный кинематический анализ какой-либо фазы упражнения.

Если занимающегося интересует более мелкое по времени дробление определенной фазы упражнения для этого достаточно набрать на клавиатуре численное значение двух номеров кинокадров (в интервале которых выполняется дробление временной сетки). Плотность временной сетки задается пользователем и на мониторе воспроизводится фрагмент траектории биомеханической системы с дроблением по времени.

Третье направление создания зрительного образа движения связано с тем, что при просмотре кинограммы упражнений часто возникает вопрос об определении позы спортсмена через какое-то время после начала выполнения упражнения. Кинограмма не может дать ответ на этот вопрос, поэтому в компьютерном построении кинетограммы упражнения реализована процедура

сплайновой интерполяции для построения кинетограммы для заданного момента времени.

Аналогично, по кинограмме упражнения можно только предположительно ответить на вопрос о том, в каком положении находятся звенья тела, если какое-либо звено занимает какое-то определенное положение. Например, в момент прохождения туловищем вертикального положения над или под опорой, или когда ноги расположены в горизонтальном положении и т.п. Для ответа на эти вопросы и предусмотрено *четвертое направление* построения кинетограммы упражнения по заданной обобщенной координате для любого из звеньев тела.

Таким образом, построение кинетограммы упражнения с помощью компьютера значительно расширяет традиционные методы наглядности и позволяет получить положение спортсмена для произвольного момента времени, что невозможно осуществить другими средствами. На первоначальной стадии знакомства с компонентным составом технических действий спортсмена создается общее представление о кинематической структуре упражнения. Оценить различия в кинематической структуре упражнения даже на качественном уровне, еще весьма затруднительно, т.к. отсутствует опора на сравнение.

Пятое направление формирования зрительного образа изучаемого упражнения основано на том, что для сравнительного визуального анализа пространственных форм движений используется метод наложения кинетограмм упражнения. С этой целью на экране дисплея выполняется построение кинетограммы одного из исполнителей. Затем на это же видеоизображение накладывается траектория другого исполнителя, что существенно облегчает проведение сравнительного анализа кинематики суставных движений. Кинетограммы строятся различным цветом и легко отличаются друг от друга.

Фотоциклограммы и кинограммы упражнений, в принятой технологии их изготовления, не позволяют выполнить столь оперативно требуемое наложение движений. Это выгодно отличает визуальный анализ техники упражнений методом наложений с помощью компьютерных систем от традиционно используемых в процессе обучения двигательным действиям средств наглядности.

Естественно, что метод наложения движений выполняется построением кинетограмм упражнений с одним и тем же шагом дискретизации по времени и с одинаковых стартовых позиций по обобщенным координатам для различных исполнителей. Допустим, кинетограмма строится для двух исполнителей, начиная с того момента времени, когда руки находятся в вертикальном положении под снарядом. Это положение и принимается за стартовую позицию, а построение кинетограмм выполняется по четвертому варианту модифицируемых изменений просмотра траектории: в виде заданного положения по обобщенной координате для первого звена. Выполняется сравнительный анализ наиболее типичных компонентов техники упражнения, позволяющий вычленив в них общее, присущее всем исполнителям и

выделить особенности построения индивидуальной техники и стиля исполнения.

Рассмотренные способы воспроизведения траектории биосистемы относятся к методу статической демонстрации. Дополнительно мы использовали и динамическое воспроизведение движения биомеханической системы в режиме динамической графики, являющейся аналогом кинодемонстрации. Мультипликация строилась на основе кинетограммы с реальной частотой видеосъемки и с произвольно задаваемым шагом по времени. Этот способ позволяет воспроизвести траекторию звеньев тела спортсмена на экране дисплея в виде рапидной съемки. При этом замедление или ускорение движения регулируется пользователем нажатием на одну из двух клавиш клавиатуры.

Заключение. Компьютерный просмотр траектории звеньев тела спортсмена позволяет получить исчерпывающую информацию о пространственной структуре упражнения на качественном и количественном уровнях. Возможности программного обеспечения позволяют получить ту же самую информацию, что и при использовании традиционных средств обеспечения наглядности (кинограмма, фотоциклограмма, кинокольцовка, видеоманитофонная запись). В то же время, нельзя не отметить существенные преимущества компьютерной графики в обеспечении принципа наглядности, значительно расширяющие возможность получения дополнительной визуальной и цифровой информации о пространственной структуре движений:

- дробление фрагмента упражнений на более мелкие пространственные порции;
- приведение движений к единой пространственной и временной системе отсчета;
- одновременное сопоставление траектории звеньев тела различных исполнителей методом наложения движений;
- регулируемая скорость воспроизведения траектории в динамической графике;
- воспроизведение положения звеньев тела по любой из заданных обобщенных координат и для произвольного момента времени;
- наложение движений в динамической графике.

Список литературы:

1. Бать, М.И. Теоретическая механика в примерах и задачах: учеб. пособие для студентов вузов, т. II (динамика) / М.И. Бать, Г.И. Джанелидзе, А.С. Кельзон; под ред. Г.Ю. Джанелидзе и Д.Р. Меркина. – М.: Наука, 1972. – 624 с.
2. Гавердовский, Ю.К. Обучение спортивным упражнениям. Биомеханика. Методология. Дидактика. – М.: Физкультура и спорт, 2007. – 912 с.
3. Загrevский, В.И. Биомеханика физических упражнений: учеб. пособие / В.И. Загrevский, О.И. Загrevский. – Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. – 274 с.