

## МЕТОД КОМПЬЮТЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТЕХНИКИ СПОРТИВНЫХ УПРАЖНЕНИЙ

Рассматривается компьютерная технология создания зрительного представления о технике изучаемого спортивного упражнения. Раскрывается содержание разработанного программного обеспечения, реализующего метод компьютерной визуализации техники спортивных упражнений. Также рассматриваются возможные пути модификации программного обеспечения с целью выполнения сравнительного биомеханического анализа техники спортивных упражнений.

**Ключевые слова:** упражнение; техника; модель; компьютерная программа; визуализация движения.

**Введение.** Общепринято, что структура процесса обучения спортивным упражнениям основана на триаде ее этапов: формирование предварительного двигательного представления об изучаемом упражнении, углубленное разучивание упражнения на уровне умения его воспроизведения, совершенствование упражнения [1]. В этой связи считается, что эффективная методика обучения технике спортивных упражнений в качестве одной из составляющих, способной повысить скорость и уровень освоения двигательных действий, включает компонент наглядности, обусловленный широко известным в педагогике принципом наглядности. Традиционно в качестве средств, обеспечивающих реализацию принципа наглядности в учебно-тренировочном процессе спортсменов, применяется несколько известных инструментариев [1].

1. Показ в целом (выполнение) упражнения тренером или одним из спортсменов.

2. Зарисовки отдельных положений и поз тела спортсмена в изучаемом двигательном действии.

3. Демонстрация отдельных положений и поз тела спортсмена в изучаемом двигательном действии.

4. Кинограммы упражнения.

5. Кинокольцовки и видеоролики упражнения в исполнении спортсменов экстра-класса.

6. Макетирование движений.

С расширяющимся внедрением в учебно-тренировочный процесс спортсменов современных информационных технологий (видеотехника и компьютерные средства) появляется возможность реализации принципа наглядности в иных аспектах визуального представления занимающихся о технике спортивного упражнения [2, 3]. Однако практическая реализация метода наглядности на этапе первоначального освоения двигательного действия с использованием средств компьютерной техники сдерживается рядом причин, одна из которых заключается в отсутствии необходимого программного обеспечения для ЭВМ. В этой связи задача разработки компьютерной технологии визуализации двигательных действий спортсменов является в настоящее время актуальной и выносится на повестку дня в качестве одной из первоочередных, решение которой позволит существенно повысить эффективность обучения двигательным действиям.

**Формулировка цели и задач работы.** Фрагментарность сведений по разрабатываемой проблеме поставила перед исследованием *целевую установку* – реализовать на уровне практического использования в учебно-тренировочном процессе спортсменов метод компьютерной визуализации техники спортивных упражнений.

Поставленная цель достигалась последовательным решением *задач исследования*:

1. Выявить педагогические требования реализации компьютерного воспроизведения визуального образа двигательных действий спортсменов.

2. Разработать компьютерную программу обеспечения метода наглядности в учебно-тренировочном процессе формирования двигательного навыка.

3. Экспериментально проверить работоспособность программного обеспечения в учебно-тренировочном процессе гимнастов.

Для решения поставленных задач использовались следующие методы исследования:

1. Анкетирование и опрос.

2. Графические методы компьютерной реализации движений.

3. Тестирование программного обеспечения в условиях учебно-тренировочного процесса гимнастов.

### Результаты исследования

**Педагогические требования** к технологии компьютерного воспроизведения двигательных действий спортсмена. Анкетирование и опрос ведущих тренеров Сибирского федерального округа по спортивной гимнастике на учебно-тренировочном сборе (44 респондента, октябрь 2013 г., г. Ленинск-Кузнецкий) выявил основные требования, предъявляемые к технологии компьютерного воспроизведения техники спортивных упражнений:

1. Возможность воспроизведения движения в статическом и динамическом режимах.

2. Демонстрация упражнения в целом или только некоторого его фрагмента (фаза, стадия или период упражнения) на экране компьютера.

3. Построение кинетограммы упражнения, моделирующей положение и позу спортсмена в соответствии с видеокадрами упражнения.

4. Возможность использования программы в условиях учебно-тренировочных занятий тренером, не обладающим специальными знаниями по информатике и компьютерным технологиям.

Третье требование к содержанию программного обеспечения для ЭВМ обуславливает необходимость выполнения промера упражнения (нанесение маркерных точек на опорно-двигательный аппарат тела спортсмена и считывание их координат в анализируемом упражнении). Выполнение этого условия позволит в дальнейшем получить и количественные значения биомеханических характеристик упражнения.

Определение возможности использования программы в условиях учебно-тренировочных занятий осу-

ществлялось на занятиях с юными гимнастами ДЮСШ № 3 по спортивной гимнастике г. Томска.

**Компьютерная программа обеспечения метода наглядности** в учебно-тренировочном процессе гимнастов разработана на базе алгоритмического языка объектно-ориентированного программирования Visual Basic 6.0 и названа нами «ПРОСМОТР». В соответствии с педагогическими требованиями к компьютерному воспроизведению движений, выявленными на основании результатов анкетирования 44 тренеров Сибирского федерального округа по спортивной гимнастике, в программе выделено два крупных блока функционирования:

1. Просмотр спортивного упражнения в режиме статического, кадрового воспроизведения объекта видеосъемки или в динамическом режиме анимации движения (ПРОСМОТР).

2. Промер упражнения – считывание координат маркерных точек опорно-двигательного аппарата тела спортсмена по видеоматериалам упражнения (ПРОМЕР).

При загрузке программы на экране компьютера появляется окно формы, на которой изображены элементы управления программой (рис. 1).

Для инициализации элементов управления необходимо навести стрелку мышки на соответствующий элемент управления и щелкнуть по этому элементу левой кнопкой мышки. Последовательность инициализации элементов управления имеет большое значение для реализации необходимого направления работы программы. Более того, в критических случаях невыдержанная последовательность инициализации элементов управления может привести к блокировке программы или к её невыполнению.

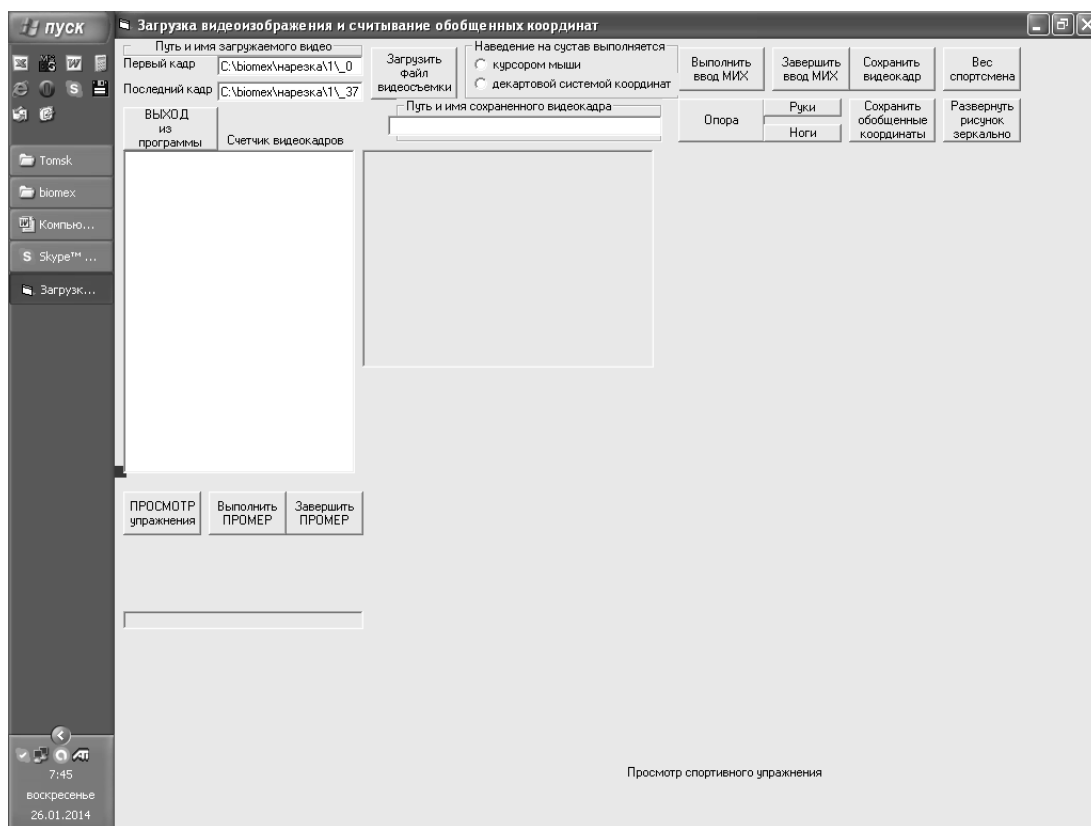
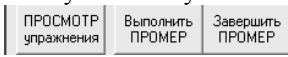
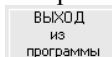


Рис. 1. Окно формы программы и элементы управления после загрузки программы

Для предотвращения ошибочной операции и указания на содержание следующей процедуры и последовательность ее реализации после каждого щелчка левой кнопкой мышки по управляемому элементу в окне, расположенном ниже кнопок , появляется окно подсказки, текст которого высвечивается синим цветом и в котором дается указание о том, что необходимо выполнить далее.

Для завершения работы программы в левом верхнем углу формы расположена командная кнопка , щелчком по которой работа программы завершается.

Функционирование программы осуществляется по следующим направлениям:

1. Просмотр видеофайла.
2. Промер упражнения.
3. Вычисление масс-инерционных характеристик (МИХ) исполнителя.
4. Запись результатов промера в текстовый файл и в графический видеофайл упражнения.
5. Зеркальный поворот видеокadra упражнения относительно вертикальной оси.

Процедура просмотра видеофайла отличается от промера упражнения своим содержанием, а следовательно, и последовательностью выполнения операций. Основное отличие заключается в относительно пассивном отношении к материалам видеосъемки при просмотре и их активном изменении при выполнении промера. Однако как при просмотре, так и при промере

необходимо загрузить в память компьютера исходный видеоролик, чтобы выполнять с ним определенные операции. Загрузка видеоролика и просмотр выполняются в несколько этапов:

1. Формирование пути и имени загружаемого видеофайла.
2. Загрузка видеофайла.
3. Просмотр загруженного видеофайла спортивного упражнения в режиме СТАТИКА.
4. Просмотр загруженного видеофайла спортивного упражнения в режиме АНИМАЦИЯ.

Процедуры 1–2 позволяют загрузить весь файл полностью или его фрагмент. Для этого необходимо указать номера первого и последнего кадров загружаемого


видеофайла или его фрагмента. При загрузке всего видеоролика целиком первому кадру загрузки будет соответствовать нулевой видеокادر видеоролика, а последнему кадру – последний видеокادر видеоролика. Диапазон загрузки фрагмента видеоролика задается в окнах ввода номеров первого и последнего кадров (рис. 1, левый верхний угол). Первому кадру загрузки будет соответствовать номер видеокадра, с которого начинается загружаемый фрагмент видеоролика, а последнему кадру – номер видеокадра, ограничивающий фрагмент загружаемого видеоролика.

Непосредственно загрузка выполняется после инициализации командной кнопки <Загрузить файл видеосъемки> (рис. 2).



Рис. 2. Загрузка в окне <Счетчик видеокладов> имени видеокладов и рисунок в окне <Просмотр спортивного упражнения>

В окне <Счетчик видеокладов> высвечиваются путь и имя загруженных видеокладов файла видеоролика, а в окне <Просмотр спортивного упражнения> загружается заданный последний видеоклад фрагмента упражнения или всего упражнения в целом.

При инициализации кнопки  в правом верхнем углу формы появляются две кнопки: <СТАТИКА>, <АНИМАЦИЯ>. Инициализация любой из этих двух кнопок приведет к соответствующему режиму работы программы.

Для просмотра упражнения в режиме <СТАТИКА> необходимо в окне <Счетчик видеокладов> с помощью линейки прокрутки выбрать видеоклад просмотра и проинициализировать его, щелкнув левой кнопкой мышки по избранному видеокладу. Выбранный для просмотра видеоклад появится в окне <Просмотр спортивного упражнения>. Таким образом, в режиме про-

смотра <СТАТИКА> можно избрать и просмотреть любой из видеокладов упражнения, дать качественную оценку техническим действиям спортсмена на кинематическом уровне, выявить двигательные ошибки и наметить пути для их исправления.

Функционирование программы в режиме <АНИМАЦИЯ> позволяет выполнить анимационный просмотр видеоролика упражнения. С помощью запрограммированного вариатора скорости движения можно выполнить просмотр упражнения или его фрагмента в режиме реальной скорости и с регулируемым замедлением скорости просмотра, что обеспечивает более качественный анализ технических действий спортсмена.

Второе направление функционирования программы «ПРОСМОТР» позволяет получить необходимый исходный материал для дальнейшего количественного биомеханического анализа техники упражнения на основе исходных данных промера упражнения. Для трех-

звенной модели опорно-двигательного аппарата тела человека, совершающей движение в одной плоскости в условиях опоры, компьютерная технология разработанного нами полуавтоматизированного способа выполнения промера упражнения заключается в следующем:

1. Нажатием на левую кнопку мышки по избранному видеокадру в окне <Счетчик видеокладов> последовательно инициируется вывод каждого видеокладра упражнения в окно <Счетчик видеокладов>. Избран-

ный для промера видеокладр после инициализации отмечается в окне <Счетчик видеокладов> синим цветом и выводится непосредственно в окно <Просмотр спортивного упражнения> (рис. 3).

2. Стрелка мышки подводится к месту контакта опоры и проксимального звена опорно-двигательного аппарата тела спортсмена. Рассматриваемая точка является неподвижной и принимается за внешнюю систему отсчета. Щелчком левой кнопки мышки выполняется маркировка этой точки: она помечается кружком красного цвета.

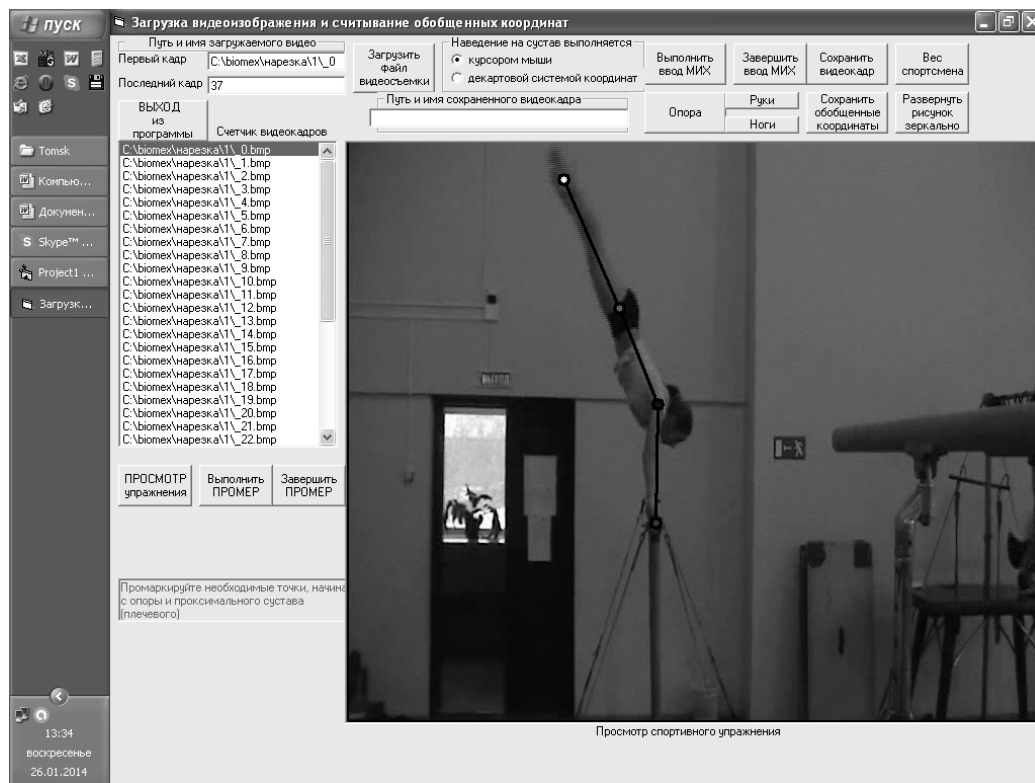


Рис. 3. Промер видеокладра упражнения

3. Последовательно маркируются кружками различного цвета все суставы спортсмена, отмечаемые компьютером на видеокладре (плечевые суставы отмечаются зеленым цветом, тазобедренные суставы – синим, голеностопные суставы – желтым).

4. Суставы спортсмена соединяются линиями черного цвета, моделирующими звенья тела спортсмена. Палочкообразная схема опорно-двигательного аппарата тела спортсмена на всей траектории движения является кинетограммой упражнения и позволяет получить данные о координатах суставов и углах наклона звеньев к оси  $Ox$  декартовой системы координат (обобщенные координаты) в отдельные моменты времени. Считывание координат маркеров и определение обобщенных координат выполняются компьютером в автоматизированном режиме вычислительных процедур.

Выполнение промера для отдельного видеокладра упражнения занимает время в пределах 20–30 с. Общее время выполнения промера зависит от количества видеокладров анализируемого упражнения. Видеокладр с нанесенными на нем маркерными точками опорно-двигательного аппарата тела гимнаста и точкой контакта

спортсмена с опорой можно сохранить с записью в новый видеоролик нажатием на кнопку <Сохранить видеокладр>. Указывать путь и имя сохраняемого видеокладра не надо, так как эти данные формируются автоматически на основании данных загруженного файла и высвечиваются в окошке <Путь и имя сохраняемого видеокладра>.

Цифровые данные результатов промера в виде обобщенных координат биомеханической системы и декартовых координат маркерных точек суставов и места контакта спортсмена с опорой записываются в текстовый файл, имя которого указывается пользователем.

Одним из основных компонентов функционирования программы является блок вычисления МИХ исполнителя. В качестве исходных данных в вычислительных алгоритмах МИХ программы используются сведения о весе, росте и длинах сегментов тела спортсмена (рис. 4, колонка 1 – длина), которые вводятся в память компьютера в виде табличных данных. Координата центра масс сегмента на его продольной оси относительно антропометрической точки, вес сегмента и центральный момент инерции сегмента вычисляются по уравнениям регрессии, методика использования которых изложена в работе [4].

	Длина (м)	Координата ЦМ сегмента (м)	Вес (кг)	Центральный момент инерции (кг м <sup>2</sup> )	
Кисть	0.17	.062747	.58344	.00014	
Предплечье	0.21	.089754	1.5504	.00058	
Плечо	0.28	.125944	2.59872	.0017	
Голова	0.26	.129948	3.3312	.0019	
Туловище	0.48	.2136	20.8593	.04	
Бедро	0.40	.18196	13.5984	.018	
Голень	0.38	.153862	4.1568	.0051	
Стопа	0.24	.10596	1.31616	.00064	
Звено 1	.66	.293940	4.73856	.017	Руки <кисть+предплечье+плечо>
Звено 2	.74	.166291	24.1905	.112573	Туловище <голова+туловище>
Звено 3	1.02	.311604	19.0713	.168619	Ноги <бедро+голень+стопа>

Рис. 4. Исходные данные длин сегментов спортсмена и сформированная после инициализации матрица МИХ

Элементы матрицы МИХ используются в дальнейшем для вычисления силовых, инерционных и энергетических характеристик упражнения.

В программе «ПРОСМОТР» предусмотрена возможность зеркального разворота рисунка относительно вертикальной оси (рис. 5, 6).

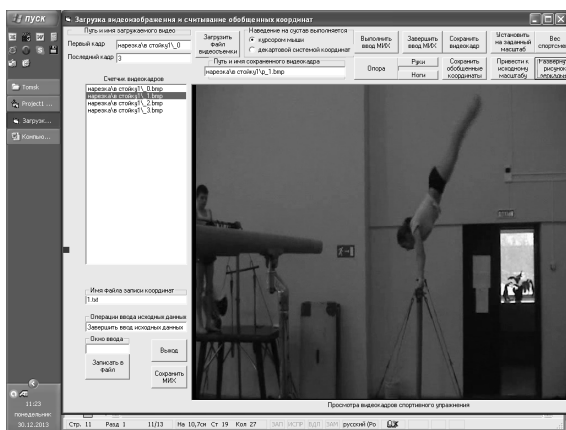


Рис. 5. Исходный видеокادر

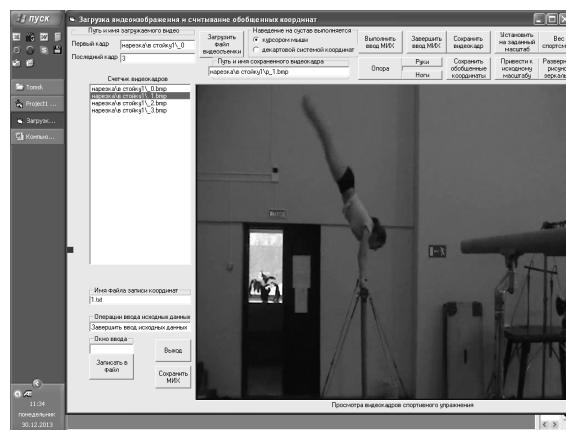


Рис. 6. Зеркальный разворот исходного видеокадра

Необходимость зеркального разворота рисунка может возникнуть по причине того, что в биомеханике за положительное направление вращательного движения принимается вращение, выполняемое против хода часовой стрелки. В условиях, например, соревнований видеосъемка упражнений не всегда может происходить по необходимому сценарию, и движение спортсмена может осуществляться в направлении вращения часовой стрелки (отрицательное направление). Для создания положительного направления движения можно использовать методику зеркального поворота видеокадра: щелкнув по кнопке «Развернуть рисунок зеркально», тогда видеокادر (рис. 5), расположенный в окне просмотра, развернется зеркально (рис. 6), и с ним уже можно выполнять операцию промера.

**Экспериментальная проверка** работоспособности программного обеспечения программы «ПРОСМОТР» проводилась в условиях учебно-тренировочных занятий юных гимнастов на базе ДЮСШ № 3 г. Томска. Практическая эксплуатация программы показала корректность и надежность функционирования как ее отдельных блоков, так и системы в целом. В то же время выявлена и потенциальная возможность дальнейшей модификации программы по следующим ее компонентам:

1. Просмотр на экране упражнения одновременно в исполнении двух гимнастов. Первый из них – спортсмен экстра-класса, второй – обучаемый. Цель – сравни-

тельный анализ эталонной техники упражнения в исполнении спортсмена экстра-класса и техники упражнения обучаемого гимнаста.

2. Компьютерное построение видеоряда упражнения и вывод его на принтер.

3. Педагогическое структурирование упражнения методом компьютерного определения фазового состава упражнения на основе выявления локальных экстремумов в управляющих действиях гимнаста на всей траектории движения (сгибательно-разгибательные движения гимнаста в суставах) и автоматизированное построение видеogramмы фазового состава упражнения.

В дальнейшей научно-исследовательской работе планируется совершенствование программного обеспечения программы «ПРОСМОТР» с целью расширения ее функциональных возможностей в предметной деятельности биомеханических исследований и учебного процесса.

#### Основные выводы проведенного исследования:

1. Определены педагогические требования реализации компьютерного воспроизведения визуального образа двигательных действий спортсмена в соответствии с которыми разработана компьютерная программа обеспечения метода наглядности в учебно-тренировочном процессе гимнастов.

2. В условиях практического использования компьютерной программы в учебно-тренировочном процессе гимнастов выявлено, что разработанная компьютерная

программа является хорошим практическим инструментом реализации метода наглядности при обучении гимнастическим упражнениям.

3. Тестирование компьютерной программы «ПРОСМОТР» показало корректность её функционирования, программа может быть рекомендована к исполь-

зованию в УИРС, НИРС, НИР магистрантов, аспирантов и преподавателей на факультетах физического воспитания университетов и университетов физической культуры, областью научных интересов которых является биомеханика двигательных действий спортсменов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гавердовский Ю.К. Обучение спортивным упражнениям. Биомеханика. Методология. Дидактика. М. : Физкультура и спорт, 2007. 912 с.
2. Загrevский В.И., Загrevский В.О. Планирование траектории управляющих движений спортсмена в координатах внешнего пространства // Теория и практика физической культуры. 2010. № 10. С. 56–61.
3. Загrevский В.И., Загrevский О.И. Компьютерный синтез двигательных действий с управлением движением по кинематическому состоянию биомеханической системы // Теория и практика физической культуры. 2013. № 7. С. 10–15.
4. Зацюрский В.М., Аруин А.С., Селуянов В.Н. Биомеханика двигательного аппарата человека. М. : ФиС, 1981. 143 с.

Статья представлена научной редакцией «Психология и педагогика» 17 февраля 2014 г.

## COMPUTER VISUALIZATION OF SPORTS EXERCISE TECHNIQUE

*Tomsk State University Journal.* No. 381 (2014), 220-225

**Zagrevsky Valery I.** Mogilev State A. Kuleshov University (Mogilev, Belarus). E-mail: zvi@tut.by

**Zagrevsky Oleg I.** Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: O.zagrevsky@yandex.ru

**Keywords:** exercise; technique; model; computer software; motion visualization.

This article discusses the logic of functioning and content of a biomechanical computer program VIEWING the authors developed. Basing on a survey of the leading trainers of the Siberian Federal District in artistic gymnastics (44 respondents, October 2013, Leninsk-Kuznetsky) the basic requirements for the computer program were defined: 1. The ability to play movements in static and dynamic modes. 2. Demonstration of complete exercises or parts of it (phase, period) on the computer screen. 3. Modelling of kinetograms of exercises that simulate the position and posture of athletes in accordance with the video picture of exercises. 4. Simplicity of running the program for trainers with no special skills in computer science and computer technologies to use it at trainings. In view of these requirements an original computer program was developed to employ the method of visualization in the training process of gymnasts. The program named "VIEWING" is designed basing on the language of object-oriented programming Visual Basic 6.0. In accordance with the pedagogical requirements to computer presentation of motions the program has two large functioning blocks: 1. Viewing sports exercises in the static, single-frame playback or in the dynamic mode of motion animation (VIEWING)). 2. Survey of exercises – reading coordinates of marker points of the musculoskeletal system of the athlete's body by exercise video materials (SURVEY). VIEWING allows visualizing the motion in the ANIMATION and STATIC modes. ANIMATION allows viewing animated sports exercise videos. With the programmed speed variator one can browse through the exercise or its fragment in the online mode or with controlled deceleration of the playback rate. The STATIC mode one can choose and watch any part of motion exercises, assess the athlete's technical action at the kinematic level, identify motor errors and identify ways to correct them. The second direction of the program allows receiving the necessary background material for further quantitative biomechanical analysis of the exercise technique based on the initial data of the exercise survey. Experimental verification of the capacity of the program VIEWING was conducted in the conditions of training sessions of young gymnasts of Children and Youth Sports School No. 3 in Tomsk. Practical operation of the program showed correctness and reliability of functioning of both its separate blocks and system on the whole.

## REFERENCES

1. Gaverdovskiy Yu.K. *Obuchenie sportivnym uprazhneniyam. Biomekhanika. Metodologiya. Didaktika* [Training sports exercises. Biomechanics. Methodology. Didactics]. Moscow, Fizkul'tura i Sport Publ., 2007. 912 p.
2. Zagrevskiy V.I. *Planirovanie traektorii upravlyayushchikh dvizheniy sportsmena v koordinatakh vneshnego prostranstva* [Planning of the trajectory of athlete's motions in outer space coordinates]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, 2010, no. 10, pp. 56-61.
3. Zagrevskiy V.I. *Komp'yuternyy sintez dvigatel'nykh deystviy s upravleniem dvizheniem po kinematcheskomu sostoyaniyu biomekhanicheskoy sistemy* [Computer synthesis of motor actions controlled by the kinematic state of the biomechanical system]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, 2013, no. 7, pp. 10-15.
4. Zatsiorskiy V.M., Aruin A.S., Seluyanov V.N. *Biomekhanika dvigatel'nogo apparata cheloveka* [Biomechanics of the human musculoskeletal system]. Moscow, Fizkul'tura i Sport Publ., 1981. 143 p.