

## УЧЕТ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИ БИОМЕХАНИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ

*Анализ видеоинформации с целью получения данных о движениях занимающихся физической культурой и спортом является чрезвычайно важным подходом, который позволяет оценить качество выполнения упражнения и принять правильные решения о дальнейших шагах в деятельности специалиста. Именно это и обусловило подготовку предлагаемого Вашему вниманию материала, который, как нам кажется, будет полезным для работы специалистов в нашей сфере. Кафедра биомеханики учреждения образования "Белорусский государственный университет физической культуры" одним из основных направлений совершенствования учебного процесса рассматривает формирование у занимающихся умений практического анализа видеоинформации о движениях.*

**Ключевые слова.** Физические упражнения, анализ, проблема перспективы, ошибки измерений.

**Проблема и связанные с ней научно-практические задачи.** Наблюдаемые нами объекты в зависимости от расстояния от точки наблюдения имеют искажение в воспринимаемых размерах. Анализ видеоинформации требует учета указанной выше проблемы.

Материал, характеризующий понятие перспективы взят из Википедии.

"Перспектива (фр. *perspective* от лат. *perspicere* – смотреть сквозь) – техника изображения пространственных объектов на какой-либо поверхности в соответствии с теми кажущимися сокращениями их размеров, изменениями очертаний формы и светотеневых отношений, которые наблюдаются в натуре.

Другими словами, это изобразительное искажение пропорций и формы реальных тел при их визуальном восприятии. Например, два параллельных рельса кажутся сходящимися в точку на горизонте...

В изобразительном искусстве возможно различное применение перспективы, которая используется как одно из художественных средств, усиливающих выразительность образов" [1].

Все, сказанное выше, относится и к материалам, полученным в результате видеосъемки. Именно это и обусловило предпринятое нами исследование.

**"История понятия.** Перспектива, как техника изображения появилась в эпоху Ренессанса, поскольку в то время достигло расцвета реалистическое направление в изобразительном искусстве. Созданная система передачи зрительного восприятия пространственных форм и самого пространства на плоскости позволила решить проблему, стоявшую перед архитекторами и художниками. Многие из них использовали для определения перспективы стекло, на котором обводили правильное перспективное изображение требуемых предметов.

**Перспектива как иллюзия восприятия.** Привычная современным людям прямая линейная перспектива – плод длительного развития человеческого разума. Некоторые исследователи отмечают, что первоначально человеку понятнее обратная перспектива" [1] (например, детям).

**Виды перспективы.** Принято выделять следующие виды перспективы: прямая линейная перспектива, обратная линейная перспектива, панорамная перспектива, сферическая перспектива, тональная перспектива, воздушная перспектива, перцептивная перспектива.

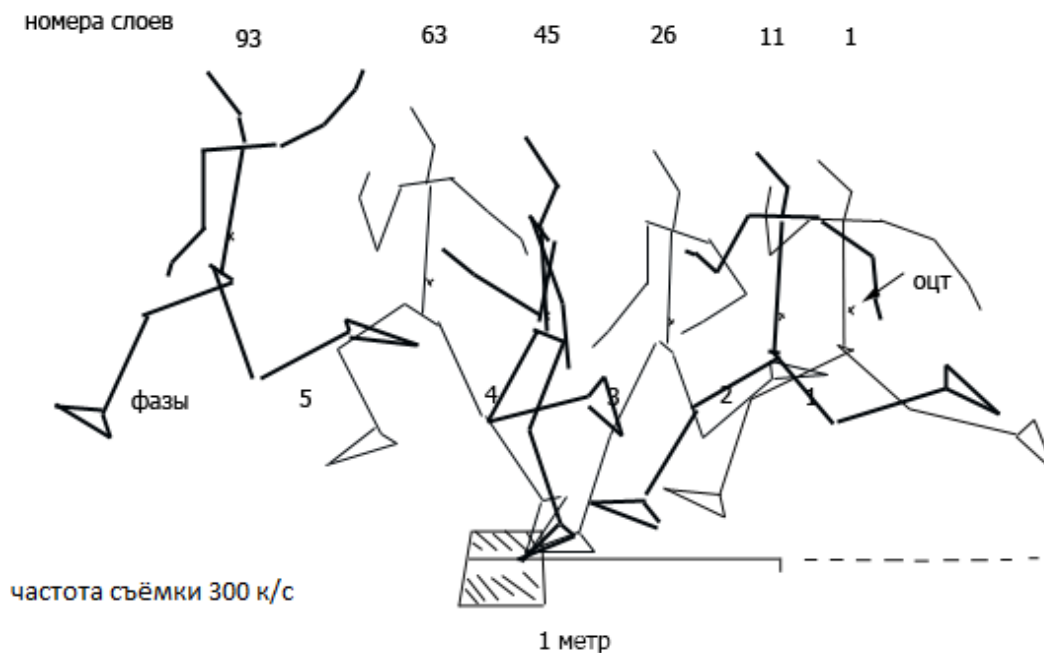
**Гипотеза.** Мы предполагаем, что явление перспективы любых видимых объектов приводит к искажению результатов анализа видеоматериалов.

"Перспектива – система изображения предметов трехмерного пространства на плоскости или какой-либо поверхности в соответствии со зрительным восприятием человека, с учетом их пространственной структуры и кажущимся уменьшением объектов (выделено нами) по мере их удаления от наблюдателя в пространстве" [2]. Так, например, рельсы на горизонте сходятся в одну точку. Солнце нам не кажется таким огромным, каким является на самом деле.

**Цель.** Определить причину возникновения ошибок измерения результатов и их величину, а также показать возможности их преодоления.

**Исследование.** Нас заинтересовало, как явление перспективы отражается на точности анализа видеоинформации о движении человека при выполнении спортивных упражнений. В качестве объекта

исследования был выбран видеоматериал прыжка в длину одного спортсмена (рисунок 1). Рисунок составлен по данным высокоскоростной видеосъемки (300 кадров в секунду).



**Рис. 1. Схематическое изображение двигательного действия для биомеханического анализа**

В верхней части рисунка указаны номера слоев, определяющие начало и конец фаз упражнения.

На первом этапе исследования тридцати восьми студентам было дано задание: проанализировать видеoinформацию прыжка в длину. Каждый студент независимо друг от друга провел анализ видеоматериала. Затем была проведена статистическая обработка результатов исследования. Информация представлена в таблице 1.

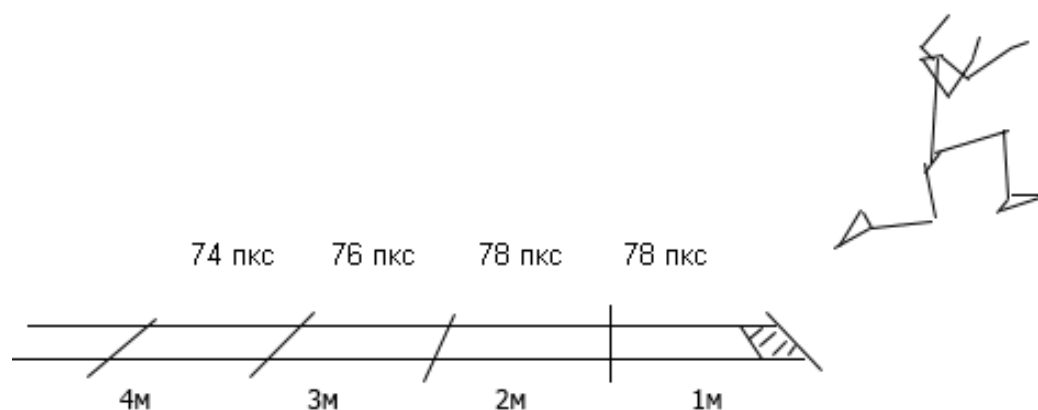
Был выявлен следующий факт: в фазе 1 и фазе 2, где спортсмен находится в полете, горизонтальная составляющая скорости в фазе 2 (6,93 м/с) возрастает по сравнению со скоростью в фазе 1 (6,35 м/с), чего по логике вещей не должно происходить, поскольку **при отсутствии сил увеличение горизонтальной составляющей скорости движения происходить не может.**

Не надеясь на добросовестность студентов, мы решили перепроверить полученную информацию. Семь преподавателей повторили анализ того же видеоматериала, тщательно проводя маркировку суставов и расчет биомеханических характеристик. Статистическая обработка полученных результатов приведена в таблице 2.

Стандартная ошибка среднего существенно уменьшилась (от 0,10 – 0,12 м/с до 0,05 м/с), что является следствием уменьшения ошибки измерения, но сам факт увеличения скорости от первой фазы ко второй остался (соответственно 6,65 и 6,83 м/с).

В качестве масштабного объекта при определении расстояний был выбран отрезок в 1 метр. Задавая такой масштабный объект, мы использовали полученный коэффициент масштаба расстояния в различных областях плоскости изображения, что и привело к наличию явной ошибки при измерении биомеханических показателей.

На следующем этапе был проанализирован видеоматериал прыжка в длину, где на дорожке для разбега были нанесены отметки через каждый метр. Метровые отрезки на плоскости изображения были измерены в пикселях на ближней и удаленной линиях разметки дорожки для разбега. При этом получены следующие результаты (рисунок 2). Первое измерение по горизонтали на ближней линии показало, что 4 метра длины дорожки для разбега соответствует 337 пикселей, а на дальней линии – 291 пиксель. Длины метровых отрезков в пикселях, указанные на рисунке, рассчитаны как среднее значение длин подобных отрезков, отложенных по ширине дорожки.



**Рис. 2. Исследование нарушений размеров объекта из-за перспективы при видеосъемке в глубину и по горизонтали**

*Таблица 1*

**Результаты статистической обработки результатов биомеханического анализа, проведенного студентами**

38 исследований (студенты)	1 фаза			2 фаза			3 фаза			4 фаза			5 фаза		
	V <sub>гор.</sub>	V <sub>вер.</sub>	V <sub>сум.</sub>	V <sub>гор.</sub>	V <sub>вер.</sub>	V <sub>сум.</sub>	V <sub>гор.</sub>	V <sub>вер.</sub>	V <sub>сум.</sub>	V <sub>гор.</sub>	V <sub>вер.</sub>	V <sub>сум.</sub>	V <sub>гор.</sub>	V <sub>вер.</sub>	V <sub>сум.</sub>
Среднее арифметическое	6,35	0,78	6,48	6,93	0,58	6,98	6,18	-0,49	6,22	6,31	-1,75	6,56	6,23	-1,39	6,39
Стандартное отклонение	0,76	0,94	0,63	0,63	0,58	0,65	0,57	0,46	0,51	0,45	0,39	0,46	0,38	0,30	0,41
Стандартная ошибка среднего	0,12	0,15	0,10	0,10	0,09	0,11	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,07	0,07	0,05	0,07

*Таблица 2*

**Результаты статистической обработки результатов биомеханического анализа, проведенного преподавателями**

7 исследований (преподаватели)	1 фаза			2 фаза			3 фаза			4 фаза			5 фаза		
	V <sub>гор.</sub>	V <sub>вер.</sub>	V <sub>сум.</sub>	V <sub>гор.</sub>	V <sub>вер.</sub>	V <sub>сум.</sub>	V <sub>гор.</sub>	V <sub>вер.</sub>	V <sub>сум.</sub>	V <sub>гор.</sub>	V <sub>вер.</sub>	V <sub>сум.</sub>	V <sub>гор.</sub>	V <sub>вер.</sub>	V <sub>сум.</sub>
Среднее арифметическое	6,65	0,34	6,66	6,83	0,47	6,85	6,37	-0,27	6,37	6,39	-1,89	6,66	6,32	-1,42	6,48
Стандартное отклонение	0,13	0,15	0,13	0,13	0,06	0,13	0,09	0,10	0,09	0,06	0,09	0,08	0,06	0,05	0,06
Стандартная ошибка среднего	0,05	0,05	0,05	0,05	0,02	0,05	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02

При расстоянии между линиями 1,22 метра потери из-за наличия перспективы составили 46 пикселей. Это свидетельствует о наличии искажений при фиксации движения с помощью видеокамеры по мере увеличения глубины нахождения объекта измерения.

По мере удаления от главного луча зрения видимая длина метровых отрезков уменьшалась. Так, первый и второй отрезки, находящиеся по обе стороны от главного луча зрения, имеют одинаковые видимые длины (по 78 пикселей). Третий и четвертый отрезки оказались на видеоизображении короче вследствие удаления от главного луча зрения. Их длина составила соответственно 76 и 74 пикселей. Таким образом, при удалении от главного луча зрения происходит уменьшение величины метрового отрезка, что требует учета при анализе. Естественно, этот факт оказывает влияние на показатели, которые получены в результате исследования.

**Заключення.** Аналіз відеоматеріала являється одним із основних способів отримання інформації про якість виконання фізичних вправ.

Введення коефіцієнтів, що враховують перспективу, виступає як необхідна умова при аналізі відеоінформації.

В процесі підготовки фахівців у галузі фізичної культури та спорту як обов'язкового компонента виступає необхідність навчання умінню враховувати спотворення, отримані в результаті явлення перспективи при аналізі відеоматеріалів.

#### Использованные источники

1. Перспектива. Матеріал із Вікіпедії – вільної енциклопедії. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Перспектива>. – Дата доступу: 16.09.2017.
2. Кайгородцева, Н.В. Перспектива: види та способи побудови : навч. посібник / Н. В. Кайгородцева, Т. В. Ойдупа. – Омськ: Вид-во ОмГТУ, 2011. – 68 с.

*Yekimov V., Volkov Yu., Shinder M.*

#### ON CONSIDERING THE PERSPECTIVE IN BIOMECHANICAL ANALYSIS OF VIDEO INFORMATION

*The analysis of video information for the purpose of obtaining data on the movements of physical culture and sports is an extremely important approach that allows you to assess the quality of the exercise and make the right decisions about the further steps in the activity of a specialist. This is what determined the preparation of the material that we would like to offer you, which seems to be useful for the work of specialists in our field. The Department of Biomechanics of the Educational Establishment "Belarusian State University of Physical Culture" considers forming the skill of practical analysis of video information about movements as one of the major ways to improve the educational process.*

*When we observe objects, the perception of their sizes is distorted, depending on the distance to the observation point. The analysis of video information requires considering the problem above.*

*Perspective is a technique for depicting spatial objects on a surface in accordance with the apparent size decreasing, and changes in shape outlines and light-and-dark relations that are observed in reality.*

*In other words, this is a pictorial distortion of the proportions and shapes of real bodies in their visual perception.*

*This applies to the materials obtained as a result of video shooting. That is what determined the research to have been undertaken.*

*Finding out the causes of errors in the measurement of the results and their magnitude has determined the purpose of our study. We also wanted to identify the ways how to overcome the errors that arise in this case. The footage of an athlete's long jump was selected as a research object to be analyzed by students and teachers.*

*The statistical analysis of the results obtained showed the presence of an error in the results of measured characteristics of movements due to distortion of images caused by the presence of perspective and allowed to obtain useful data for improving the process of training specialists in the field of physical culture and sports.*

**Key words:** *physical exercises, analysis, problem of perspective, measurement errors.*

*Стаття надійшла до редакції 20.08.2017*