

НАТУРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В БИОМЕХАНИКЕ СПОРТА

**Ю. В. Воронович¹, А. Е. Покагилов², А. А. Василевский²,
А. А. Масейков²**

(¹Могилевский государственный медицинский колледж, Могилев, Беларусь; ²Могилевский государственный университет пищевых и химических технологий, Могилев, Беларусь)

Рассмотрены проблемы проведения натурального эксперимента в спортивной гимнастике при взаимодействии спортсмена с упругой опорой в виде грифа перекладины. Предложена методика видеофиксации спортивного упражнения двумя видеокамерами с их синхронизацией с помощью светового импульса.

Ключевые слова: анализ, видеокамера, биомеханическая система, захват движения, натуральный эксперимент, синхронизация, спортсмен.

В случае видеофиксации движения спортсмена более чем одной камерой при выполнении натурального эксперимента, возникает проблема синхронизации видеокадров с разных аппаратов, чтобы в дальнейшем при определении координат биомеханической системы можно было брать данные с разных видеокамер, но в один и тот же момент времени. Для этого существует такой процесс как синхронизация.

Распространены два способа синхронизации:

– Line Lock – привязка фазы кадров к фазе сетевого напряжения. Такие камеры видеонаблюдения питаются обычно от переменного напряжения 24 В либо 220 В.

– С помощью специального синхронизирующего сигнала либо видеосигналом.

Авторами в свое время была разработана и опробована методика синхронизации нескольких видеокамер с помощью светового потока от светодиодов [2, 4]. Методика разрабатывалась в рамках задачи биомеханического анализа движения биомеханической системы в спортивной гимнастике.

Таким образом, отметим, что, во-первых, этот метод синхронизации в значительной мере разработан. Во-вторых, на сегодняшний день производители предлагают достаточно широкий ряд технических средств, которые и доступны, и соответствуют требованиям проведения эксперимента. В-третьих, использование оптических средств регистрации движения позволяет выполнить в полном объеме требования техники безопасности при проведении натурального эксперимента.

Предлагается следующая схема измерений:

– оптическая регистрация производится двумя видеокамерами с одинаковой частотой съемки;

– синхронизация видеокамер осуществляется с помощью светодиодов, работающих в пульсирующем режиме.

С целью получения исходных данных в виде таблицы обобщенных координат, выбранные для анализа суставы помечаются цветными метками. Анализ их движения дает возможность рассчитать обобщенные координаты на всей траектории движения спортсмена.

Для исследования взят большой оборот назад, выполняемый спортсменом на перекладине. Видеосъемка велась двумя видеокамерами. Упражнение со стороны видеокамеры, снимающей самого спортсмена, выполняется на темном фоне для большей наглядности и четкости.

Для определения параметров деформации опоры предложено перпендикулярно оси опоры (например, грифа перекладины) закреплять в исследуемых сечениях измерительную площадку с нанесенными на нее метками, а при необходимости и мерными отрезками. Метки позволяют рассчитать перемещение упругой опоры во время выполнения упражнения, а по мерным отрезкам легко определить масштаб съемки в горизонтальном и вертикальном направлениях [1, 3]. Съемка этой измерительной площадки ведется второй видеокамерой, при этом масштаб съемки может варьироваться в достаточно большом интервале, влияя на точность измерений.

В рассматриваемом случае в качестве измерительной площадки использовался тонкий лист картона, жесткий в радиальном направлении, т. е. перпендикулярном оси грифа, и податливый во всех остальных. Последнее качество позволяет обеспечить требования по технике безопасности: в случае контакта спортсмена с картоном, последний сомнется, не принеся вреда человеку. С этой же целью края картона загнуты, чтобы избежать краевого эффекта, т. к. малая площадь вызовет большие удельные нагрузки, способные привести к травме.

Последующая расшифровка съемки позволяет получить пространственную картину перемещения спортивного снаряда. Применение этой методики дает возможность рассчитать перемещение упругой оси балки, моделирующей опору, в любом ее сечении с учетом изменений во времени, т. е. в динамике.

Представим общую схему съемки спортивного упражнения двумя видеокамерами и одной измерительной площадкой. Необходимыми элементами являются два светодиода, включенных последовательно. Каждый из них посылает импульс света в свою камеру в одно и то же мгновение. Частота световой пульсации регулируется. При этом возможно, чтобы первая и последующие световые пульсации отличались по цвету, что облегчает дальнейший анализ видеосъемки. Возможен и другой вариант, когда пульсация включается перед исследуемым элементом спортивного упражнения, тем самым задавая начало отсчета для двух камер, что также упрощает анализ кадров.

Критической характеристикой для нас является частота съемки. В обеих камерах она должна быть одинакова. Отметим, что каждая видеокамера выдает стандартную частоту съемки – 25 кадров в секунду, т. е. один кадр длится 40 мс. А световой импульс от светодиода имеет длительность в 35 мс, т. е. является величиной того же порядка.

На рис. 1 представлена схема синхронизации видеокамер по световым импульсам светодиодов. Диапазон подсветки кадров регулируется в пределах 1.

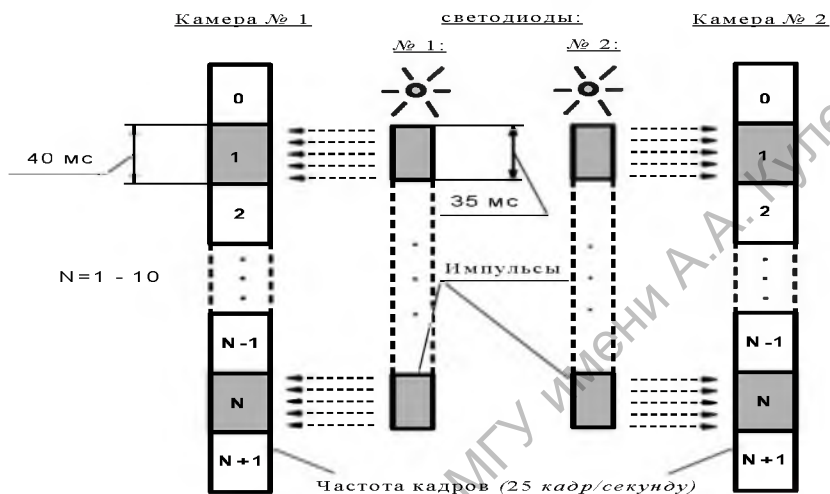


Рисунок 1 – Синхронизация видеокамер световыми импульсами

На рис. 2 показан фрагмент захвата движения сразу двумя видеокамерами. Там же на рисунке даны пояснения. Здесь на средних кадрах показано, как сработали два светодиода, что означает съемку этих кадров в один и тот же момент времени.

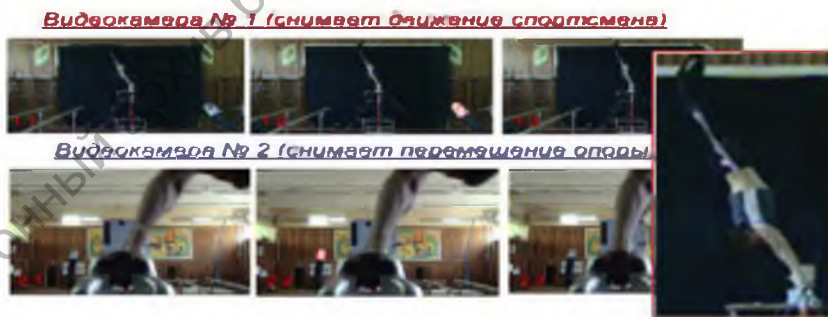


Рисунок 2 – Синхронизация двух видеокамер по световым импульсам
Следующим этапом после получения обобщенных координат ис-

следуемых систем является обработка полученных данных для последующего вычислительного эксперимента.

Список литературы

1. Воронович, Ю. В. Совершенствование биомеханической структуры тяжелоатлетического упражнения «Рывок» / Ю. В. Воронович, Д. А. Лавшук // [Электронный ресурс] // Физическое воспитание, спорт, физическая реабилитация и рекреация: перспективы и проблемы развития : материалы VI междунар. электрон. науч.–практ. конф. (20–21 мая 2016., Красноярск) : электрон. сб. / под общ. ред. Т. Г. Арутюняна ; Сиб. гос. аэрокосмич. Ун-т. Красноярск, 2016.
2. Воронович, Ю. В. Методика организации промера тяжелоатлетических упражнений по материалам видеосъемки / Ю. В. Воронович, Д. А. Лавшук // Ученые записки: сб. науч. тр. / Белорус. гос. Ун-т физ. культуры ; редкол.: М. Е. Кобринский (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2011. – Вып. 14. – С. 142–151.
3. Математическое моделирование движений человека как инструмент оптимизации спортивной техники / В. И. Загrevский [и др.] // Актуальные вопросы права, образования и психологии : сб. научн. трудов / Могилевский высший колледж Министерства внутренних дел Республики Беларусь ; редкол.: Ю.П. Шкаплеров (отв. ред) [и др.]. – Могилев : Могилев. высш. колледж МВД Респ. Беларусь, 2014. – С. 256–262.
4. Покатилов, А. Е. Биомеханический анализ спортивных упражнений на примере тяжелой атлетики и спортивной гимнастики: моногр. / А. Е. Покатилов, Ю. В. Воронович. – Могилев: БГУТ, 2024. – 369 с.: ил.