

системе высшего образования. Материалы V Международной научно-методической конференции. редкол.: Н.А. Красулина и др. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 214-219.

УДК 796.012.3

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
В ОПРЕДЕЛЕНИИ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ДВИЖЕНИЯ ПО УЧЕБНОМУ КУРСУ «БИОМЕХАНИКА»**

THE USE OF RESEARCH ACTIVITIES IN DETERMINING  
THE KINEMATIC CHARACTERISTICS OF MOVEMENT I  
N THE «BIOMECHANICS» TRAINING COURSE

**Бондаренко К.К., Бондаренко А.Е.**

**УО «Гомельский государственный университет имени Ф.Скорины»,**

**Гомель, Республика Беларусь**

Bondarenko K.K., Bondarenko A.E.

FranciskSkorina Gomel State University, Gomel, Republic of Belarus

kostyabond67@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы изучения разделов курса «Биомеханика» с применением экспериментальных методов исследования движений спортсменов.

**Ключевые слова:** кинематические характеристики, фазы движения, биомеханика, миометрия

**Abstract.** The article deals with the study of sections of the course "Biomechanics" using experimental methods for studying the movements of athletes.

**Keywords:** kinematic characteristics, phases of motion, biomechanics, myometrium

**Актуальность.** Организация учебного процесса специальности «Физическая культура и спорт» требует постоянного совершенствования с учетом новых методов исследования спортивной деятельности и современных достижений спортивной науки [8]. Использование в обучающем процессе инструментальных методик способствует не только более детальному разбору структуры обучаемого действия, но и способствует привлечению студентов к исследовательской деятельности.

Биомеханический анализ движений спортсмена основан на определении ключевых моментов [1]. Данные моменты определяются кинематическими характеристиками пусковых положений звеньев частей тела при выполнении спортивного упражнения. К таким характеристикам относятся перемещение, скорость, ускорение и траектории, как отдельных частей тела, так и его системы [3]. Кроме того, рациональность кинематики движений во многом определяется биомеханическими свойствами скелетных мышц [4].

Адекватность восприятия скелетными мышцами предлагаемых тренировочных нагрузок с учетом формирования механизмов адаптации при выполнении сложнокоординационных технических действий способствует созданию наиболее рациональной структуры движения [5].

**Методы и организация исследования.** Цель работы заключалась в выстраивании структурно-методических аспектов при изучении особенностей кинематических характеристик движений в различных видах спорта.

В качестве методов исследования при изучении курса «Биомеханика» со студентами факультета физической культуры используется видеоанализ движений и метод миоэлектрики [9], как показатель возможности амплитудного движения.

Основой биомеханического анализа мышечной деятельности является оценка функционального состояния скелетной мышцы.

Функциональное состояние скелетных мышц определяется по частоте колебаний (frequency, Hz) – характеризующее тонусное напряжение мышцы; декременту (decrement, y.e.) – характеризующему параметры эластичности скелетной мышцы (способность мышцы восстанавливать исходную форму после сокращения); жёсткости (stiffness, N/m) – характеризующей способность мышцы оказывать сопротивление изменениям формы в результате воздействия внешних сил (силовой потенциал мышцы).

Индекс жёсткости (stiffness index,  $I_s$ ), характеризующий силовой потенциал скелетной мышцы, определялся на основании полученных параметров:

$$I_s = \frac{f_c - f_r}{f_r}$$

Где:  $f_r$  - частота свободных затухающих колебаний расслабленной мышцы;  $f_c$  - частота свободных затухающих колебаний напряженной. Данный параметр имеет взаимосвязь с изменением частоты затухающих колебаний при переходе из расслабленного в напряженное состояние. Т.к. при нормальном функциональном состоянии скелетных мышц происходит изменение параметра в сторону значительного повышения, то отсутствие диапазона изменения частоты колебания при изменении состояния мышцы с расслабленного на напряженное, свидетельствует о нарушении нормального функционирования.

Индекс декремента ( $I_e$ ), характеризующий эффективность мышечной работы, вычислялся по формуле:

$$I_e = 1 + \frac{(\Theta_r - \Theta_c^4 + \Theta_c^4)}{\Theta_c(1 + \Theta_r)}$$

Где:  $\Theta_r$  и  $\Theta_c$  - логарифмические декременты свободных затухающих колебаний мышцы в расслабленном состоянии и в состоянии напряжения соответственно.

Кинематические характеристики определяют пространственно-временные параметры движения. В качестве методик, позволяющей выявить рациональную структуру движения используется видеоанализ. Наибольшую сложность в выполнении видеоанализа вызывает оценка движений в гребле и плавании.

Проведенные ранее исследования гребли на байдарке позволили предложить следующую структуру гребка: движение весла с одной стороны лодки можно разделить на опорную фазу, определяющую нахождение лопасти весла в воде, и безопорную фазу - нахождение весла в воздухе [1]. Опорную фазу следует разделять на фазы захвата воды, основной фазы гребка и окончание гребка. Кинематическая структура позволяет фазу захвата воды делить на начало захвата и на опору о воду. Фазу гребка следует подразделять на первую и вторую половины проводки весла. В фазе окончания гребка следует выделять начало вывода лопасти весла из воды и полный вывод лопасти весла из воды. Границы выделенных фаз соотносятся с положением весла относительно вертикальной оси гребца и горизонтальной оси лодки. Исходным положением туловища для определения его вращения относительно вертикальной оси, является положение гребца, при котором линия плеч гребца перпендикулярна длине лодки. Оно соответствует нулевому углу. Угол поворота туловища гребца, относительно наблюдающего против хода часовой стрелки, принимается отрицательным, по ходу часовой стрелки, считается положительным.

Сложность оценки кинематических характеристик гребка в плавании определяется тем, что должна одновременно проводиться в надводном и подводном положении. Биомеханический анализ гребковых движений руками выполняется по фазам и циклам [2]. Гребок осуществляется единым движением с ускорением, приходящимся на начало выхода руки из воды. Законченная система движений пловца, повторяемая многократно, называется циклом. В системе движений один цикл сменяется другим. Выделяют начало и конец цикла. Цикл гребкового движения условно был разделен на шесть фаз: 1) захват опоры; 2) подтягивание туловища к точке опоры; 3) отталкивание от опоры; 4) выход руки из воды; 5) движение над водой; 6) вход руки в воду. Фазы объединяются в два периода 1) основных рабочих движений (период активной опоры); 2) завершающих и подготовительных движений. К периоду основных рабочих движений относятся: фаза захвата, фазы подтягивания и отталкивания.

К периоду завершающих и подготовительных движений относятся: выход руки из воды, движение над водой (фаза проноса) и вход в воду (фаза вкладывания). Анализ гребковых движений включает: продолжительность фаз и форму фазовой траектории в суставах. Фазовая траектория позволяет определить модельные параметры суставных углов. В каждой из фаз рассматриваются: угол сгибания в лучезапястном суставе, условно обозначаемый как угол  $\alpha$ , и угол сгибания в локтевом суставе – угол  $\beta$ . Использование данной методики позволяет выявить изменения кинематики гребка на фоне утомления в сравнении с модельным движением.

Определение кинематики движений сложнокоординатных упражнений оценивается, зачастую, с учетом изменения траектории движений. Одним из видов спорта, позволяющего рассматривать биомеханические параметры движения со сложными траекториями является пожарно-спасательный спорт. В частности, упражнение «Бег на 100 метровой полосе препятствий», предлагается разделять на четыре отрезка[7]. Первый отрезок протяженностью 23 м включает стартовый разбег и ограничен участком от старта (нулевая отметка движения) до начала «атаки забора». Второй отрезок протяженностью 5 м (от 23 до 28 м дистанции) включает «преодоление забора» с последующим бегом и подхватом пожарных рукавов. Третий отрезок дистанции (от 28 до 75 м) начинается с момента подхвата пожарных рукавов с последующим бегом по буму, соединением пожарных рукавов между собой и разветвлением. Четвертый отрезок имеет протяженность 25 м и представляет максимально быстрое финиширование с одновременным соединением пожарного ствола с пожарным рукавом.

Подъем по штурмовой лестнице на четвертый этаж учебной башни следует разделять на четыре отрезка: 1) старт, стартовый разбег, бег с лестницей, подвеска лестницы в окно второго этажа учебной башни; 2) марш по лестнице и посадка на подоконник второго этажа, выброс лестницы в окно третьего этажа учебной башни; 3) марш по лестнице и посадка на подоконник третьего этажа, выброс лестницы в окно четвертого этажа учебной башни; 4) марш по лестнице на четвертый этаж и финиш [6].

**Заключение.** Кинематический анализ движений спортсмена определяется по различным характеристикам движущегося тела. Некоторые из этих характеристик определяются экспериментально, а остальные – расчетным путем. В биомеханике широко используются механические характеристики движущегося тела.

При изучении студентами учебно-курса «Биомеханика», использование методов определения кинематических характеристик, позволяет не только

расширить методические основы изучения двигательных действий в различных видах спорта, но и создать возможности проведения экспериментальных научных исследований с участием студентов.

### Литература

1. Бондаренко, К.К. Влияние утомления мышц на кинематику движений при гребле на байдарке / К.К.Бондаренко, Д.А.Хихлуха, А.Е.Бондаренко, С.В.Шилько // Российский журнал биомеханики. 2010. Т. 14. № 1. - С. 48-55.
2. Бондаренко, К.К. Изменение кинематики гребка при утомлении скелетных мышц / К.К.Бондаренко, Е.П.Лисаевич, С.В.Шилько, А.Е.Бондаренко // Российский журнал биомеханики. 2009. Т. 13. № 2. - С. 24-33.
3. Бондаренко, К.К. Применение дифференцированного подхода к оценке специальной подготовки пожарных-спасателей / К.К.Бондаренко, Д.Н.Григоренко // Пожарная безопасность. 2005. № 2. - С. 83-89.
4. Бондаренко, К.К. Биомеханическая интерпретация данных миографии скелетных мышц спортсменов / К.К.Бондаренко, Д.А.Черноус, С.В.Шилько // Российский журнал биомеханики. 2009. Т. 13. № 1. - С. 7-17.
5. Горлова, С.Н. Система «Адаптолог-Эксперт» в диагностике донозологического состояния спортсменов-баскетболистов высокой квалификации / С.Н.Горлова, К.К.Бондаренко // Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. 2014. № 2 (83). - С. 46-50
6. Григоренко, Д.Н. Анализ кинематических параметров движений в упражнении «Подъем по штурмовой лестнице на четвертый этаж учебной башни» / Д.Н.Григоренко, К.К.Бондаренко, С.В.Шилько // Российский журнал биомеханики. 2012. Т. 16. № 2. - С. 95-106.
7. Григоренко, Д.Н. Кинематический и силовой анализ соревновательных упражнений при беге с препятствиями / Д.Н.Григоренко, К.К.Бондаренко, С.В.Шилько // Российский журнал биомеханики. 2011. Т. 15. № 3. С. 61-70.
8. Марченко, В.З. Актуальные проблемы физического воспитания в вузах на современном этапе / В.З.Марченко, К.К.Бондаренко, О.Н.Ковалева, Н.Н.Кривошей / Организация и методика учебного процесса, физкультурно-оздоровительной и спортивной работы: материалы VII Научно-методической конференции. - М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, Евразийская ассоциация университетов, 2002. - Часть 1. - С. 22-24.
9. Vain, A. Criteria for preventing overtraining of the musculoskeletal system of gymnasts / A.Vain, T. Kums // Biologi of sport. – 2002. - № 4(19). – P. 329-345.