

## Список литературы

1. Антипенкова, И. В. Направленность оздоровительной тренировки и адаптивной физической культуры женщин фертильного возраста: дис ... канд. пед. наук: 13. 00.04 / И. В. Антипенкова. – М., 2004. –182 с.
2. Афтени, Т. Н. Использование элементов аквааэробики в процессе обучения плаванию детей дошкольного возраста / Т. Н. Афтени // Актуальные вопросы современной науки и образования: сб. ст. IV Междунар. науч.-практ. конф. – Петрозаводск, 2021. – С. 26–31.
3. Бахрах, И. И. Морфофункциональные особенности детей школьного возраста / И. И. Бахрах // Врачебный контроль за физическим воспитанием и спортивным совершенствованием учащихся общеобразовательной школы. – Смоленск, 1999. – С. 2–18.
4. Булгакова, Н. Ж. Аквааэробика: метод. разработ. для студентов, аспирантов и слушателей ФПК РГАФК / Н. Ж. Булгакова. – М., 2016. – 50 с.
5. Шестоперова, Ю. А. Современные фитнес-технологии как путь повышения интереса и эффективности занятий физической культурой дошкольников / Ю. А. Шестоперова, И.В. Антипенкова // Спорт. Олимпизм. Гуманизм: межвуз. сб. науч. тр. / под ред. Г. Н. Греца [и др.]. – Смоленск: СГАФКСТ, СОА. 2012. – Вып. 10. – С.10–14.

УДК 796.012.3:797.21

### ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОПУЛЬСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ В ПЛАВАНИИ

### CHARACTERISTIC OF MOTION PULSIBILITY IN SWIMMING

**Волкова С. С., Бондаренко К. К., канд. пед. наук, доцент**  
Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, г. Гомель

**АННОТАЦИЯ.** Выполнено исследование пропульсивной эффективности движений пловца различными стилями. Рассмотрены механизмы оценки устойчивости техники плавания способом баттерфляй. Определены коэффициенты лобового сопротивления при проплывании различными стилями. Приведена методика определения гидродинамических характеристик тела пловца. Описан механизм системы оценки сопротивления с помощью портативного скоростомера.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** плавание; гидродинамические характеристики; пропульсивность.

**ABSTRACT.** The study of the propulsive efficiency of the swimmer's movements in various styles was carried out. The mechanisms for assessing the stability of the butterfly swimming technique are considered. The coefficients of drag are deter-

mined when swimming in different styles. The method for determining the hydrodynamic characteristics of a swimmer's body is presented. The mechanism of the resistance estimation system using a portable speed meter is described.

KEY WORDS: swimming; hydrodynamic characteristics; propulsiveness.

Эффективность управления тренировочным процессом пловцов во многом связана с возможностью получения оперативной информации о гидродинамических и биомеханических характеристиках движения спортсмена. Этому способствует использование в тренировочном процессе оборудования, объединенное в систему многофункциональных научных стендов и дифференцированного подхода к оценке специальной подготовленности спортсмена [4, 8]. Оценка движений пловцов во многом определяется характером взаимосвязи узловых элементов выполняемого действия [2]. Посредством данных узловых элементов движения возможно определить рациональность кинематических и динамических структур технического элемента [3, 9]. Наряду с выявлением рациональных структур, особое внимание следует уделять изменению кинематических характеристик гребкового движения при возникающем утомлении скелетных мышц [6, 10]. Зависимость характера утомления мышц определяется формированием адаптационных процессов, позволяющих выполнять движения по рациональным траекториям и с оптимальными усилиями [7, 11]. Характер формирования рациональных траекторий обусловлен эргономической оценкой спортивных движений [12]. Для оценки сопротивления среды продвижению пловцов нами использовался алгоритм метода активного сопротивления движения [13]. При этом, огромную роль играют характеристики узловых элементов движения, во взаимосвязи со структурой двигательного действия в различных его фазах [1, 5].

Определение сопротивления среды телу пловца осуществлялось по результатам двух попыток преодоления дистанции на максимальной скорости без нагрузки и с применением дополнительной нагрузки в виде буксировочного устройства. В обоих случаях исходная гипотеза состоит в том, что механическая мощность считается постоянной:

$$RA_1V_1 = RA_2V_2, \quad (1)$$

где  $RA_1$  и  $RA_2$  – сопротивление движению для двух проплываний дистанции,  $V_1$  соответствует скорости пловца без нагрузки, а  $V_2$  – скорости пловца с дополнительной нагрузкой. В обоих случаях  $RA$  равно:

$$RA = \rho SC_d V^3. \quad (2)$$

Преобразовывая уравнения 1 и 2 получаем выражение:

$$\frac{1}{2} \rho SC_d V_1^3 = \frac{1}{2} \rho SC_d V_2^3 + F_b V_2. \quad (3)$$

В этом уравнении  $F_b$  – является силой, связанной с дополнительной нагрузкой. В конечном итоге активное сопротивление среды телу имеет следующий вид:

$$RA_1 = \frac{F_b V_2 V_1^3}{V_1^3 - V_2^3} . \quad (4)$$

Вместе с тем, применение данного метода в практике измерения результата имеет ряд неточностей. Фактически, определение гидродинамических характеристик тела, выполняющего движения на границе раздела воздух-вода (свободная поверхность), не позволяет приложить к пловцу постоянную силу. Это особенно верно в заплывах, где профиль скорости движения в цикле гребка имеет значительные колебания. Одним из таких примеров может служить выполнение плавательных движений способом «басс», когда наблюдается изменение профиля скорости в момент времени между вытягиванием рук и толчком ног. Ещё одной из возможных ошибок определения гидродинамики движения в методе активного сопротивления является предположение о постоянной механической мощности между двумя проплываниями. В исходном методе авторы считают, что использование предположения о постоянной механической мощности возможно, если изменения скорости между первым проплыванием без нагрузки и вторым проплыванием с дополнительной нагрузкой, величина которой менее 10 %. Авторы утверждают, что из-за этого небольшого изменения средней скорости техника движения не изменяется между двумя проплываниями. Однако, разработанный метод не позволяет получить доступ к мгновенному профилю скорости движения во время двух проплываний. Без этого профиля скорости движения сложно сделать вывод о сохранении техники плавания. Более того, оригинальный метод Колмогорова не может быть применен в плавании способом баттерфляй, где взаимодействие частей тела в цикле движения делает невозможным измерение показателей.

С целью возможности использования метода активного сопротивления движениям во время плавания способом баттерфляй и устранения ошибок измерения элементов движения в плавании, нами предпринята попытка разработки активной системы оценки сопротивления с помощью портативного скоростомера и программного обеспечения «SwimAnalyzer – 3.02». Суть способа заключается во взаимосвязи стартового блока скоростомера (закрепленного на стенке бассейна) с пловцом, посредством полимерного троса и эластичного пояса, надетом на пловца. Управление и модуляция дополнительной нагрузкой (через ограничитель крутящего момента) за пределами воды, позволяет минимизировать погрешности измерения при вычислении активного сопротивления. Управление этой нагрузкой вне воды вносит небольшую ошибку в горизонтальную нагрузку, прикладываемую к пловцу, из-за угла между тросом и горизонтом (эта ошибка оценивается в 1,5 % на 10 метрах и 0,4 % на 20 метрах). При движении пловец раскручивает катушку, помещенную в аппарат. Вращение этой катушки может быть ограничено таким образом, чтобы прикладывать к пловцу силу при выпол-

нении движения. Сила, развиваемая пловцом при разматывании катушки, определяется с помощью датчика крутящего момента. Затем крутящий момент преобразуется в значение силы. Сила регистрируется в реальном времени и позволяет отслеживать колебания во время плавательного цикла. Данные о скорости, используемые для расчета сопротивления движению, получены с помощью цифровой видеокамеры, помещенной в водонепроницаемый бокс.

Данная система позволяет оценить устойчивость техники движения способом «баттерфляй». Нами были протестировали 14 пловцов в возрасте 14–15 лет. Протокол эксперимента состоял из оценки активного сопротивления во время преодоления 25-метрового участка дистанции под водой при проплывании техникой «баттерфляй» на максимальной скорости в соответствии с ранее описанным методом. Чтобы ограничить влияние волнового сопротивления, все пловцы должны были преодолеть 25 метров на максимальной глубине 1 метр. Движения, сделанные на глубине более 10 % от заявленной, были отклонены. Чтобы получить данные скорости, необходимые для расчета сопротивления продвижению, мы разместили цифровую камеру на расстоянии 7,5 м от пловца в сагиттальной плоскости. Анализ движения проводился на расстоянии 10 м от стенки бассейна, чтобы движение не было связано с отталкиванием от стены. Для более точной характеристики движения с гидродинамической точки зрения, нами была рассчитана площадь ведущего крутящего момента, а также коэффициент лобового сопротивления. Для определения характера вертикальных колебаний, во фронтальной плоскости была размещена ещё одна видеокамера, синхронизированная с сагиттальной камерой. Мидельное сопротивление рассчитывалась в ключевые моменты плавательного цикла (восходящая фаза, нисходящая фаза и переходная фаза). При каждом проплывании удерживались мидельные параметры тела спортсмена, обозначенные  $S$ . Коэффициент сопротивления, рассчитывался следующим образом:

$$K_d = \frac{F_b V_2}{\frac{1}{2} S (V_1^3 - V_2^3)}. \quad (5)$$

При проведении исследования оценивалась эталонность активного сопротивления пловцов среде при выполнении движений в стиле «баттерфляй». Активное сопротивление рассчитывалось при первоначальном воспроизведении ( $RA_1$ ), а затем на следующий день ( $RA_2$ ). Результаты проплывания с вариациями между  $RA_1$  и  $RA_2$  более 10% были исключены из анализа. При проплывании дистанции в стиле «баттерфляй» были получены результаты активного сопротивления тела среде, составляющие в среднем порядка  $7,49 \pm 0,27$  кгс. Эти показатели близки к значениям, полученным при проплывании дистанции способом «кроль на груди». Отмечено, что волновая техника движения вызывает уменьшение коэффициента лобового сопротивления ( $K = 0,039$  при выполнении движений стилем «баттерфляй» по отношению к параметрам движения стилем «кроль на груди» –  $K = 0,57$ ). Следовательно, эффект, связанный со скоростью перемещения тела в водной среде, компенсируется снижением постоянства пропорциональности  $K = 0,5SC_d$ .

## Список литературы

1. Биомеханическая структура двигательных действий в различных фазах метания копья / К. К. Бондаренко [и др.] // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2020. – № 5. – С. 50–52.
2. Бондаренко, К. К. Узловые элементы движения конечностей в плавании способом баттерфляй / К. К. Бондаренко, С. С. Волкова // II Европейские игры – 2019: психолого-педагогические и медико-биологические аспекты подготовки спортсменов: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 4–5 апр. 2019 г. : в 4 ч. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры ; редкол. : С. Б. Репкин (гл. ред.), Т. А. Морозевич-Шилук (зам. гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУФК, 2019. – Ч. 2. – С. 42–45.
3. Бондаренко, К. К. Рациональность кинематических и динамических структур узловых элементов гребкового движения в баттерфляе / К. К. Бондаренко, С.С. Волкова // Современные технологии физического воспитания и спорта в практике деятельности физкультурно-спортивных организаций: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Елец, 26 апр. 2019 г. / под общей редакцией А. А. Шахова – Елец: ЕГУ им. И. А. Бунина, 2019. – С. 235–239.
4. 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.
5. Волкова, С. С. Оценка кинематических параметров движения пловца по узловым элементам / С. С. Волкова, К. К. Бондаренко, Е. Ю. Юминова / Инновационные технологии в спорте и физическом воспитании подрастающего поколения: Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции. – М.: Изд-во «Первый том», 2019 – С. 504–507.
6. Изменение кинематики гребка при утомлении скелетных мышц / К. К. Бондаренко [и др.] // Российский журнал биомеханики. – 2009. – Т. 13, № 2. – С. 24–33.
7. Бондаренко, К. К. Контроль механизмов адаптации юных пловцов / К. К. Бондаренко [и др.] // материалы 51-й междунар. науч.-техн. конф., Витебск, 25 апр. 2018 г.: в двух томах / ВГТУ. – Витебск, 2018. – Т.1. – С. 424–426.
8. Бондаренко, К. К. Система управления тренировочным процессом на основе многофункциональных научно-исследовательских стендов / К. К. Бондаренко [и др.] // Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности: сборник статей по материалам IV Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 18–19 февр. 2016 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: И. В. Бельский [и др.]. – Минск, 2016. – С. 118–122.
9. Старовойтова, Л. В. Биомеханические параметры ударных действий в карате / Л. В. Старовойтова, П. К. Грицева, К. К. Бондаренко // Актуальные проблемы физического воспитания студентов: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Чебоксары, 2019. – С. 504–507.

10. Шилько, С. В. Неинвазивная диагностика механических характеристик мышечной ткани / С. В. Шилько, Д. А. Черноус, К. К. Бондаренко // Актуальные проблемы медицины: сборник научных статей Республиканской научно-практической конференции и 17-й итоговой научной сессии Гомельского государственного медицинского университета, 2008. – С. 161–164.

11. Bondarenko, K. K. Kinematic parameters of nodes in tennis serve / K. K. Bondarenko, A. D. Lebed // *Medicine and Physical Education: Science and Practice*. – 2020. – Vol. 2, №. 4 (8). – P. 77–83.

12. Ergonomic assessment of sport skies based on analysis of athlete's hemodynamics at loading test using tonometry and electrocardiography / S.V. Shilko [and etc.] // *Russian Journal of Biomechanics*. – 2020. – Vol. 24, №4. – P. 439–452.

13. Kolmogorov, S. Oscillating foils of high propulsive efficiency / S. Kolmogorov & O. Duplisheva // *Journal of Biomechanics*. – 1992. – Vol. 25. – P. 311–318.

УДК 796.032

## **ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЛИМПИЙСКИХ ИГР В ЯПОНИИ В ПРИЗМЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРОГРЕСА**

### **HISTORICAL ASPECTS OF THE OLYMPIC GAMES IN JAPAN IN THE PRISM OF TECHNOLOGICAL FACTORS OF PROGRESS**

**Гарбаль О. А., Седнева А. В.**

Белорусский национальный технический университет, г Минск

**Лейко Е. П.**

Белорусский государственный экономический университет, г. Минск

**АННОТАЦИЯ.** Статья отражает освящение исторических аспектов Олимпийского движения, как фактора технологического прогресса. На примере Японии показаны конкретные факты технологического прорыва новейших достижений человечества на каждой из Олимпиад, проводимых в Японии.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Олимпийские игры; Япония; технологический прогресс.

**ABSTRACT.** The article reflects the sanctification of the historical aspects of the Olympic Movement as a factor of technological progress. The concrete facts of the technological breakthrough of the latest achievements of mankind at each of the Olympiads held in Japan are shown on the example of Japan.

**KEY WORDS:** Olympic Games; Japan; technological progress.

Олимпийские игры по праву называют одним из событий планетарного уровня, в котором участвуют спортсмены большинства стран мира. В период проведения Игр миллиарды людей на всех континентах следят за спортивными баталиями олимпийцев.