

Научная статья
УДК 797.21
DOI 10.20310/1810-0201-2021-26-195-203-209

Внутрицикловая скорость пловцов-дельфинистов высокой квалификации

Андрей Анатольевич МИТРОФАНОВ*, **Олег Игоревич ПОПОВ**
ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры,
спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)»
105122, Российская Федерация, г. Москва, ул. Сиреневый Бульвар, 4
*Адрес для переписки: andrey.mitrofanof@yandex.ru

Аннотация. Анализ научной и специальной литературы выявил недостаточную изученность вопроса технической подготовленности пловцов, специализирующихся в плавании баттерфляй с позиции анализа кинетических характеристик. С применением инструментальной методики гидроакустической спидографии были рассмотрены особенности колебаний внутрицикловой скорости (ВЦС) пловцов-дельфинистов высокой квалификации (КМС-МС) как мужского, так и женского пола. Проанализировано более 100 циклов гребков, выполненных 6 пловцами (3 мужчинами и 3 женщинами) в рамках круглогодичного цикла подготовки. В результате качественного и количественного анализа мгновенной скорости показаны характерные гендерные различия техники исполнения гребковых движений. Обоснована эффективность определения усредненной вариабельности ВЦС по трем циклам гребков, отобранных по показателю наибольшей средней скорости. Выявлено, что в моменты начала и конца подводной части гребка, которые требуют от пловцов умения оптимально согласовывать движения рук и ног, наблюдаются наибольшие величины разброса значений ВЦС. На основе обобщения результатов исследования даны как частные, так и обобщенные рекомендации по анализу и интерпретации графиков мгновенной скорости. Сделаны выводы относительно практического использования представленной методики в тренерской практике.

Ключевые слова: методика гидроакустической спидографии, техническая подготовка, баттерфляй, внутрицикловая скорость, кинематические характеристики, подводная видеосъемка

Для цитирования: Митрофанов А.А., Попов О.И. Внутрицикловая скорость пловцов-дельфинистов высокой квалификации // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. Тамбов, 2021. Т. 26, № 195. С. 203-209. <https://doi.org/10.20310/1810-0201-2021-26-195-203-209>

The intracycle velocity fluctuations of the elite butterfly swimmers

Andrey A. MITROFANOV*, Oleg I. POPOV

Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE)
4 Sirenevyy Blvd, Moscow 105122, Russian Federation

*Corresponding author: andrey.mitrofanof@yandex.ru

Материалы статьи доступны по лицензии [Creative Commons Attribution \(«Атрибуция»\) 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) Всемирная
Content of the journal is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
© Митрофанов А.А., Попов О.И., 2021



Abstract. The scientific and special literature review revealed insufficient study of the swimmers technical readiness, which are specialized in butterfly swimming, from the standpoint of the kinetic characteristics analysis. Applying the hydroacoustic speedography method, the intracycle velocity fluctuations (IVF) peculiarities of elite butterfly swimmers, both male and female, were considered. More than 100 stroke cycles were analyzed, performed by 6 swimmers (3 men and 3 women) as part of a year-round training cycle. The instantaneous speed qualitative and quantitative analysis of the gender differences in the swimming technique is shown. The efficiency of the averaged IVF variability is determining over three stroke cycles, selected according to the highest average speed indicator, has been substantiated. It is revealed that at the moments of the beginning and end of the underwater part of the stroke, which require the swimmers ability for optimally coordinate the arms and legs movements, the greatest values of the IVF scatter are observed. Based on the research results generalization, both particular and generalized recommendations are given for the analysis and interpretation of the instantaneous velocity graphs. Conclusions are made regarding to the practical use of the presented methodology in coaching practice.

Keywords: hydroacoustic speedography method, technique preparation, butterfly, intracycle velocity, kinematic characteristics, underwater video footage

For citation: Mitrofanov A.A., Popov O.I. Vnutritsiklovaya skorost' plovtsov-del'finistov vysokoy kvalifikatsii [The intracycle velocity fluctuations of the elite butterfly swimmers]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye nauki – Tambov University Review. Series: Humanities*, 2021, vol. 26, no. 195, pp. 203-209. <https://doi.org/10.20310/1810-0201-2021-26-195-203-209> (In Russian, Abstr. in Engl.)

ВВЕДЕНИЕ

Дельфин, или баттерфляй является одним из наименее исследуемых стилей спортивного плавания [1]. Вызвано это в основном высоким уровнем технической подготовленности, который предъявляется к пловцам, специализирующимся в данном способе плавания. На сегодняшний момент научно-методическая литература не располагает достоверной теоретической моделью, которая бы обосновывала определенные закономер-

ности техники плавания баттерфляем. Отсутствие модели, в частности, можно объяснить высокой степенью зависимости графика внутрицикловой скорости от антропометрии и технической подготовленности конкретного пловца, поскольку обнаруженные взаимосвязи кинематических показателей для одного спортсмена могут не столь ярко проявляться для всей выборки пловцов [2; 3].

В фазовой структуре баттерфляя выделяют от 2 до 5 фаз [4]. В нашем исследовании будет применяться 4-фазная модель тех-

ники, предложенная Р.Б. Хальяндом с соавт.: I – удар с погружением; II – подтягивание с выходом; III – отталкивание с ударом; IV – полет с проносом [5].

Стоит отметить, что одним из ключевых кинематических показателей в данном стиле плавания является частота гребковых движений. Для баттерфляя эффективным признается отсутствие фазы скольжения, что обуславливает необходимость поддержания высокой частоты гребков – минимум 50 циклов в минуту [6].

Цель: определение закономерностей флуктуаций внутрициклового скорости (ВЦС) высококвалифицированных пловцов (мужчин и женщин), специализирующихся в плавании баттерфляем.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось на базе ГБУ «МОЦВС» Москомспорта с участием 6 высококвалифицированных пловцов (5 – МС и 1 – КМС), 3 юношей и 3 девушек, возраста 16–24 лет, специализирующихся в плавании баттерфляем. Спортсмены преодолевали 10-метровый отрезок с максимальной скоростью (темп соревновательной дистанции 50 м). В течение 28 дней было проведено 15 заплывов и обработано порядка 80 циклов гребковых движений.

Для сравнения циклов различной протяженности использовалась усовершенствованная методика нормирования циклов [7], с использованием метода скользящего среднего. Уравнение линейной регрессии строилось для каждого интервала из двух значений мгновенной скорости, фиксируемых прибором через 0,02 с соответственно. В результате весь диапазон скоростей приводился к 50 значениям независимо от исходной протяженности цикла.

Гидроакустическая спидография – основной метод данного исследования, применявшийся совместно с подводной и надводной видеосъемкой [7]. При обработке и систематизации материала использовались методы математической статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Как и при плавании брассом, по мнению многих исследователей, ключевую роль в эффективном продвижении способом баттерфляя играет согласованная работа основных движителей: рук, ног, туловища [8; 9]. Именно поиск оптимальной координации движений рук и ног, в согласовании с динамикой движения туловищем, многими исследователями признается ключевым параметром повышения эффективности техники плавания. Графический анализ кривой скорости показывает, что чем меньше время достижения максимальной скорости и интервал между ударами ног в отдельно взятом цикле гребковых движений, тем эффективнее техника [4; 10].

У пловца Б. Ю. (МС) можно наблюдать выраженный пик внутрициклового скорости во время начала подводной части гребка руками (фазы захвата и подтягивания) и относительной стабилизации скорости при выполнении фазы отталкивания, сопровождающийся вторым ударом ног (рис. 1). Во время начала второй, а также в третьей и четвертой фазах наблюдается наибольшая вариабельность мгновенной скорости. Именно в эти моменты важно наиболее точно согласовывать движения рук и ног, в частности, выполняя опережающие ударные движения ногами перед началом или во время входа рук в воду и незадолго до завершения фазы отталкивания руками [8].

Можно наблюдать, что наибольшие колебания ВЦС у пловчихи А. О. наблюдаются в середине второй фазы (фазы подтягивания-отталкивания руками), а также в момент удара ногами и выхода рук из воды, что наглядно отображено на рис. 2. Стоит также учитывать, что дыхание осуществлялось спортсменами ровно через 1 цикл гребковых движений, что создавало дополнительную вариабельность внутрициклового скорости по причине особенностей техники исполнения данного элемента.

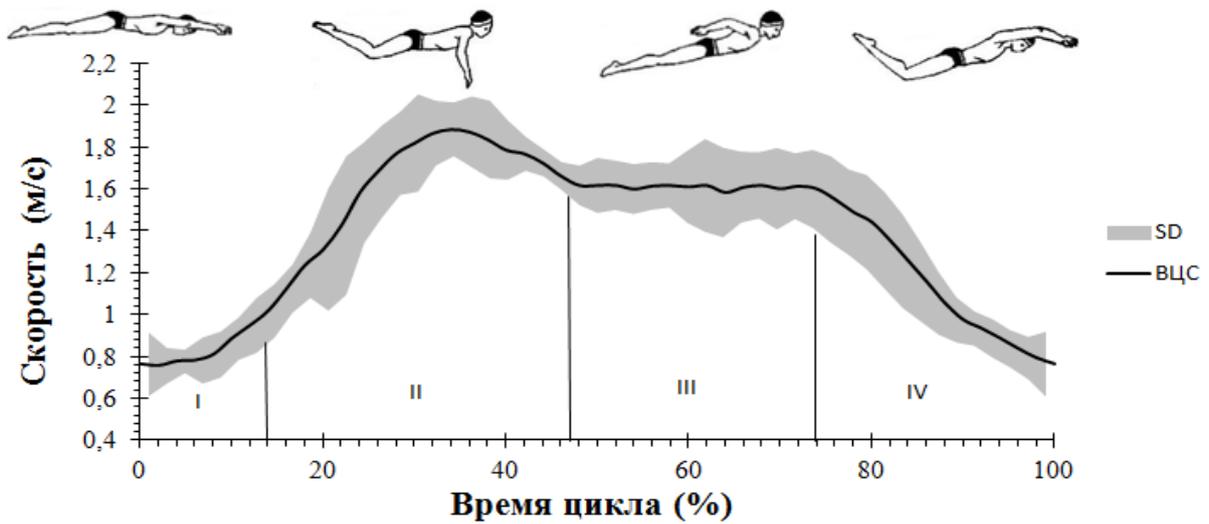


Рис. 1. Средняя нормированная скорость и *SD* скорости по результатам анализа 3 циклов гребков Б. Ю. (МС)

Fig. 1. Average normalized speed and *SD* speed based on the analysis of 3 stroke cycles B. Y. (MS)

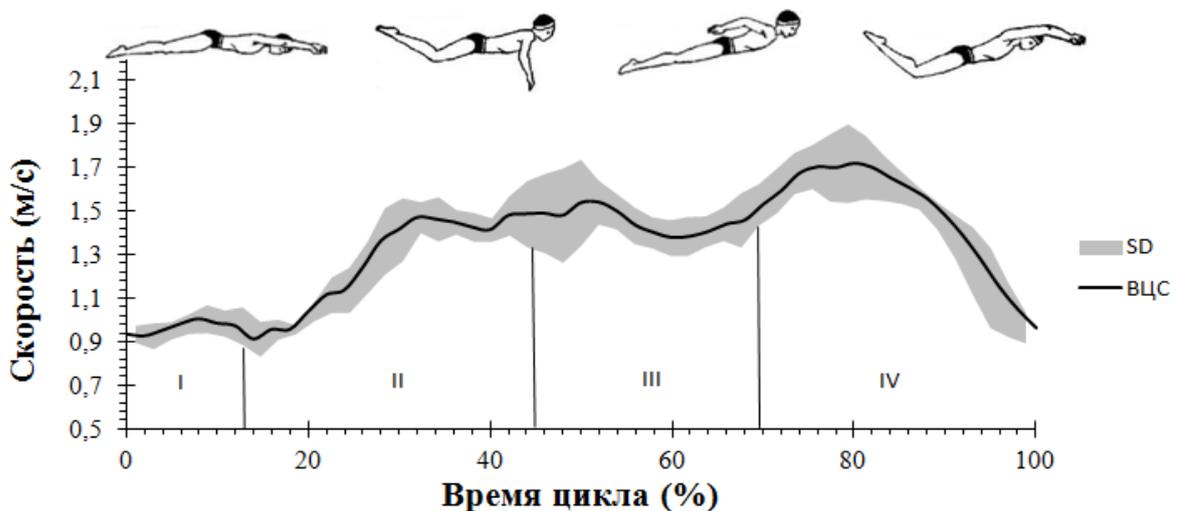


Рис. 2. Средняя нормированная скорость и *SD* скорости по результатам анализа 3 циклов гребков А. О. (МС)

Fig. 2. Average normalized speed and *SD* speed based on the analysis of 3 stroke cycles by A. O. (MS)

Таблица 1

Усредненные данные 3 циклов гребков
высококвалифицированных пловцов-дельфинов

Table 1

Averaged data from 3 stroke cycles of highly skilled butterfly swimmers

Параметр \ Ф. И.	Ж			М		
	А. О. (МС)	М. Э. (МС)	С. А. (МС)	Ш. Г. (КМС)	Б. Ю. (МС)	Л. А. (МС)
V_{max}	1,81	1,62	1,68	2,23	2,08	2,14
V_{min}	0,85	0,67	0,78	0,78	0,67	0,72
SD	0,28	0,27	0,27	0,38	0,41	0,36
V_{avg}	1,35	1,21	1,23	1,42	1,43	1,48
$V_{\%}$	20,97	22,32	21,45	26,72	28,51	24,5
ΔV	0,96	0,95	0,9	1,55	1,4	1,44
КГД	1,29	1,21	1,28	1,14	1,12	1,13
КГД _м	0,72	0,69	0,69	0,46	0,56	0,54
$T_{цикла}$	1,02	0,96	0,95	0,98	1,01	1,06
Темп	59,06	62,3	63,17	61,28	59,51	56,8
Шаг	1,37	1,17	1,17	1,36	1,47	1,58
ИС	1,85	1,42	1,44	1,92	2,11	2,34
$T_{10м}$	6,0	6,6	6,5	5,8	6,1	6,1

При рассмотрении универсальных критериев (КГД, КГД_м, ИС) единичных циклов периодически наблюдается противоречие при оценке эффективности техники плавания. Было принято решение осуществлять отбор трех лучших циклов гребковых движений заплыва по средней скорости плавания (табл. 1). В том числе данное методологическое решение обосновывается наличием «артефактов» – циклов гребков, когда пловец только начинает увеличивать скорость, либо, наоборот, осуществляет преждевременное финиширование. Подобный отбор и усреднение значений позволяет количественно более точно оценить уровень подготовленности пловца, в том числе сравнив с аналогичными показателями других пловцов.

ВЫВОДЫ

По результатам качественного и количественного сопоставления данных были выявлены несколько характерных особенностей, которые присущи пловцам мужского и женского пола при плавании способом баттерфляй с максимальной скоростью.

1. У мужчин имеется ярко выраженный пик скорости во второй фазе гребка ($2,15 \pm 0,08$ м/с), в то время как у девушек максимальная скорость достигается в конце третьей – начале четвертой фазы гребковых движений в результате второго ударного движения ног ($1,7 \pm 0,1$ м/с).

2. КГД, КГД_м и коэффициент вариации, в отличие от ИС, имеют абсолютно лучшие показатели у девушек, нежели у мужчин. Вызвано это меньшей разницей максимальной и минимальной скорости в цикле ($1,46 \pm 0,08$ м/с у мужчин против $0,94 \pm 0,03$ м/с у девушек).

3. Существенные различия наблюдаются в длине шага за 1 гребковый цикл: $1,24 \pm 0,12$ метра у девушек и $1,47 \pm 0,11$ метра у мужчин соответственно. При этом в темпе разница составляет всего 2,3 ц/мин (у девушек средний темп $61,5 \pm 2,16$ ц/мин, в то время у мужчин – $59,2 \pm 2,25$ ц/мин).

4. У мужчин наблюдаются большие величины разброса значений ВЦС как в целом за цикл ($0,38 \pm 0,02$ м/с против $0,27 \pm 0,01$ м/с), так и в отдельных фазах гребка.

Приведенные характерные особенности колебаний ВЦС пловцов высокой квалифи-

кации мужского и женского пола, специализирующихся в плавании баттерфляем (дельфином), были обнаружены с помощью авторской методики анализа нормализованных циклов гребковых движений. Одновременно с этим была подтверждена неоднозначность

интерпретации коэффициентов, оценивающих эффективность гребковых движений, что требует пересмотра их применимости при анализе техники плавания различными способами.

Список литературы

1. Mooney R., Gorley G., Godfrey A. et al. Inertial sensor technology for elite swimming performance analysis: A systematic review // *Sensors*. 2015. № 16 (1). P. 1-18.
2. Barbosa T.M., Keskinen K.L., Fernandes R. Energy cost and intracyclic variation of the velocity of the centre of mass in butterfly stroke // *European Journal of Applied Physiology*. 2005. № 93 (5-6). P. 519-523.
3. Louro H., Silva A.J., Anguera T. et al. Stability of patterns of behavior in the butterfly technique of the elite swimmers // *Journal of Sports Science and Medicine*. 2010. № 9. P. 36-50.
4. Engel A., Ploigt R., Matters K., Schaffert N. Intra-cyclic analysis of the butterfly swimming technique using an inertial measurement unit // *Journal of Sport and Human Performance*. 2021. № 9 (2). P. 1-19. <https://doi.org/10.12922/jshp.v9i2.172>
5. Хальянд Р.Б., Тамп Т.А., Каал Р.Р. Модели техники спортивных способов плавания с методикой совершенствования и контроля. Таллин: [б. и.], 1986. 98 с.
6. Wei T., Mark R., Hutchison S. Fluid dynamics of competitive swimming // *Annual Review of Fluid Mechanics*. 2014. Vol. 46. № 1. P. 547-565.
7. Попов О.И., Митрофанов А.А. Внутрицикловая скорость пловцов-бассистов различной квалификации // *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта*. 2021. № 3 (193). С. 352-357.
8. Виноградов Е.О. Комплексная оценка индивидуальных особенностей техники плавания пловцов-дельфинов высокого класса // *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта*. 2019. № 4 (170). С. 62-65.
9. Seifert L., Delignieres D., Boulesteix L., Chollet D. Effect of expertise on butterfly stroke coordination // *Journal of Sports Sciences*. 2007. № 25 (2). P. 131-141.
10. Strzala M., Stanula A., Krezalek P. et al. Butterfly sprint swimming technique, analysis of somatic and spatial-temporal coordination variables // *Journal of the Human Kinetics*. 2017. № 60 (1). P. 51-62.

References

1. Mooney R., Gorley G., Godfrey A. et al. Inertial sensor technology for elite swimming performance analysis: A systematic review. *Sensors*, 2015, no. 16 (1), pp. 1-18.
2. Barbosa T.M., Keskinen K.L., Fernandes R. Energy cost and intracyclic variation of the velocity of the centre of mass in butterfly stroke. *European Journal of Applied Physiology*, 2005, no. 93 (5-6), pp. 519-523.
3. Louro H., Silva A.J., Anguera T. et al. Stability of patterns of behavior in the butterfly technique of the elite swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2010, no. 9, pp. 36-50.
4. Engel A., Ploigt R., Matters K., Schaffert N. Intra-cyclic analysis of the butterfly swimming technique using an inertial measurement unit. *Journal of Sport and Human Performance*, 2021, no. 9 (2), pp. 1-19. <https://doi.org/10.12922/jshp.v9i2.172>
5. Khalyand R.B., Tamp T.A., Kaal R.R. *Modeli tekhniki sportivnykh sposobov plavaniya s metodikoy sovershenstvovaniya i kontrolya* [Models of Technique of Sports Methods of Swimming with the Method of Improvement and Control]. Tallin, 1986, 98 p. (In Russian).
6. Wei T., Mark R., Hutchison S. Fluid dynamics of competitive swimming. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 2014, vol. 46, no. 1, pp. 547-565.
7. Popov O.I., Mitrofanov A.A. Vnutritsiklovaya skorost' plovtsov-brassistov razlichnoy kvalifikatsii [Intra-cycle speed of breaststroke swimmers of various qualifications]. *Uchenyye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University], 2021, no. 3 (193), pp. 352-357. (In Russian).

8. Vinogradov E.O. Kompleksnaya otsenka individual'nykh osobennostey tekhniki plavaniya plovtsov-del'finistov vysokogo klassa [Comprehensive assessment of the individual characteristics of the swimming technique of high-class butterfly swimmers]. *Uchenyye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University], 2019, no. 4 (170), pp. 62-65. (In Russian).
9. Seifert L., Delignieres D., Boulesteix L., Chollet D. Effect of expertise on butterfly stroke coordination. *Journal of Sports Sciences*, 2007, no. 25 (2), pp. 131-141.
10. Strzala M., Stanula A., Krezalek P. et al. Butterfly sprint swimming technique, analysis of somatic and spatial-temporal coordination variables. *Journal of the Human Kinetics*, 2017, no. 60 (1), pp. 51-62.

Информация об авторах

Митрофанов Андрей Анатольевич, аспирант, институт научно-педагогического образования, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: [0000-0001-7687-1302](https://orcid.org/0000-0001-7687-1302), andrey.mitrofanof@yandex.ru

Попов Олег Игоревич, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой теории и методики спортивного и синхронного плавания, аквааэробики, прыжков в воду и водного поло, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: [0000-0002-1330-6602](https://orcid.org/0000-0002-1330-6602), olegpo57@gmail.com

Информация о конфликте интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 10.09.2021
Одобрена после рецензирования 08.10.2021
Принята к публикации 12.11.2021

Information about the authors

Andrey A. Mitrofanov, Post-Graduate Student, Institute of Scientific and Pedagogical Education, Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow, Russian Federation, ORCID: [0000-0001-7687-1302](https://orcid.org/0000-0001-7687-1302), andrey.mitrofanof@yandex.ru

Oleg I. Popov, Doctor of Pedagogy, Professor, Head of Theory and Methodology of Sports and Synchronized Swimming, Water Aerobics, Diving and Water Polo Department, Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow, Russian Federation, ORCID: [0000-0002-1330-6602](https://orcid.org/0000-0002-1330-6602), olegpo57@gmail.com

Information on the conflict of interests: authors declare no conflict of interests.

The article was submitted 10.09.2021
Approved after reviewing 08.10.2021
Accepted for publication 12.11.2021