

## СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ КИНЕМАТИКИ ГРЕБКА РУКАМИ В ПЛАВАНИИ СПОСОБОМ БРАСС В УСЛОВИЯХ НОВОГО МНОГОПОЛЯРНОГО ПРИБОРА РГД-2

*В.Л. Красильников, В.В. Эрлих, Е.В. Яценко*

*Южно-Уральский государственный университет, Челябинск*

Цель – выполнить структурный анализ гребка руками спортивного способа брасс в условиях нового подхода в совокупной оценке пространственно-временных и динамических характеристик. Исследования проводились на основе нового прибора РГД-2 (регистратор гребковых движений пловца). По сравнению с прибором РГД в конструкцию вмонтированы дополнительные датчики: гироскоп, позволяющий оценить положение кисти по углам тангажа и стреловидности; акселерометр, дающий информацию о продвижении кисти по курсу, т. е. по траектории гребка спереди – назад относительно продольной оси тела пловца. На основе сопоставления данных графиков X, Y с показателями силы F, можно сделать заключение об эффективном использовании скользящих движений кисти в потоке воды, позволяющих спортсмену создать хорошие опорные реакции. По оси тангажа наблюдается импульсивное увеличение скорости потока с одновременным увеличением силы давления в импульсивном режиме. Учитывая, что скорость руки в гребке выше скорости продвижения тела в 3-4 раза, нагрузки на кисть возрастают многократно. Выполнен структурный анализ гребка руками спортивного способа брасс в условиях нового подхода в совокупной оценке пространственно-временных и динамических характеристик.

*Ключевые слова: спортивная техника брасса, кинематика гребка, фазовый анализ, углы стреловидности тангажа.*

**Введение.** В одном из крупнейших музеев древнего египетского искусства, находящемся в Турине (Италия), выставлен большой камень, на котором высечена фигура пловца, лежащего в воде на груди с согнутыми, как у лягушки, ногами и разведенными в сторону руками. Этому изображению более 3000 лет. Значит, уже древние египтяне плавали брассом.

Это вполне естественно, поскольку способ плавания брасс наиболее приемлемый. Во-первых, горизонтальное положение тела. Во-вторых, облегченное дыхание. В-третьих, большая нагрузка ложится на ноги пловца, имеющие большой силовой потенциал. В-четвертых, пловец в полной мере использует зрение и слух.

Большинство ошибок в технике плавания возникают быстро и самопроизвольно, в дальнейшем трудно поддаются исправлению, поскольку весь процесс происходит в водной среде. Техника спортсмена во многом зависит от индивидуальных особенностей человека, регуляторных процессов организма в онтогенезе. Например, при изучении кинематической схемы гребка способом кроль на груди и на спине пловцов 9–15-летнего возраста нами

было установлено, что спортсмены на различных этапах спортивной подготовки в большинстве случаев выполняют гребок с ошибками в пролонгации [1]. Исследования пловцов брассом (1 разряд, КМС) с применением подводной видеосъемки и электронной динамометрии подтвердили неэффективную работу рук с выражено низкими силовыми показателями [2].

Известно, что кисть в гребке движется по криволинейной траектории (курсовые отклонения). Рабочие плоскости движителя ориентированы в большей части пути всей длины траектории под различными углами стреловидности и тангажа от 15 до 75°. И только на одно мгновение все сегменты руки [5] принимают положение угла атаки близкое к 90° [3], следовательно и силы взаимодействия движителя с потоком воды различные.

Исходя из вышесказанного, необходим метод, позволяющий оценить в совокупности эффективную взаимосвязь кинематических и динамических характеристик.

**Цель.** Выполнить структурный анализ гребка руками спортивного способа брасс в условиях нового подхода в совокупной оцен-

ки пространственно-временных и динамических характеристик.

#### Методы и организация исследований.

Исследования проводились на основе нового прибора РГД-2 (регистратор гребковых движений пловца). По сравнению с прибором РГД [4] в конструкцию вмонтированы дополнительные датчики: гироскоп, позволяющий оценить положение кисти по углам тангажа и стреловидности; акселерометр, дающий информацию о продвижении кисти по курсу, т. е. по траектории гребка спереди–назад относительно продольной оси тела пловца.

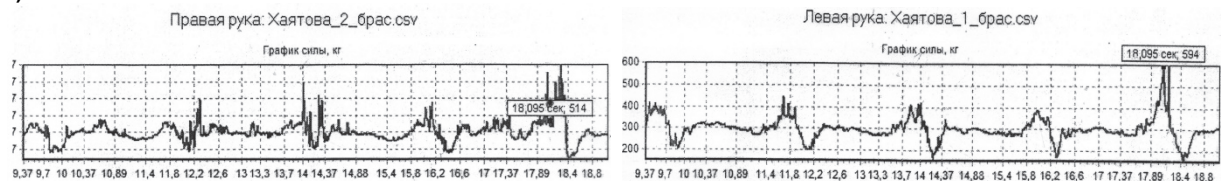
**Результаты исследований и их обсуждение.** На рисунке представлены четыре цикла кинематических характеристик гребков руками при плавании способом брасс по следующим показателям: а – графики силы давления кисти на поток воды  $F$  (кг); б – графики скорости потока при взаимодействии с кистью по оси  $X$  (угла стреловидности); в – графики скорости потока при взаимодействии с кистью по оси  $Y$  (угла тангажа); г – график скорости потока при взаимодействии с кистью по оси  $Z$  (курс движения кисти спереди–назад относительно продольной оси пловца).

Звенья руки имеют различные потенциальные возможности в опорной схеме гребка. Кисть обладает наиболее рациональной для гребка формой, при этом движется с большей скоростью, испытывая давление воды в среднем  $41,4 \text{ г/см}^2$ . Предплечье взаимодействует с потоком при давлении  $10,3 \text{ г/см}^2$ , плечо –  $3,5 \text{ г/см}^2$  [3]. Исходя из этого, при обсуждении результатов исследований будем ориентироваться на кисть. При этом, в основе кинематической структуры гребка, мы располагаем силовые показатели (график а), поскольку эти данные, в определенной степени, отражают специальную физическую подготовленность спортсмена. Остальные характеристики графиков б, в, г, оценивающие скорость потока под различными осевыми углами, помогут определить причинно-следственные явления перепада силовых параметров, т. е. уровень эффективности опорных реакций.

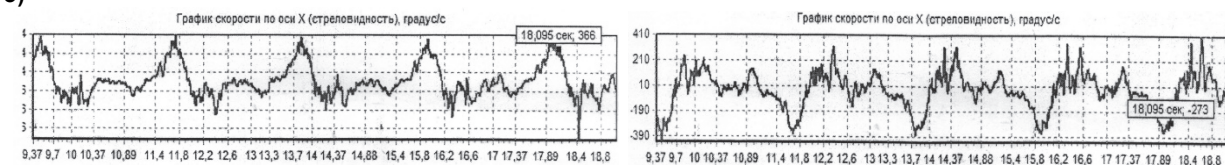
#### Подробный анализ графических схем кинематики гребка руками

Первое, на что обращаем внимание, это неравномерное распределение силовой нагрузки (график а) правой и левой рук во всех циклах и на проявление силовых вибраций,

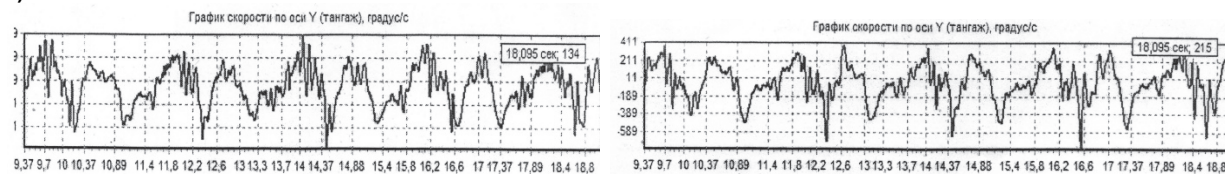
а)



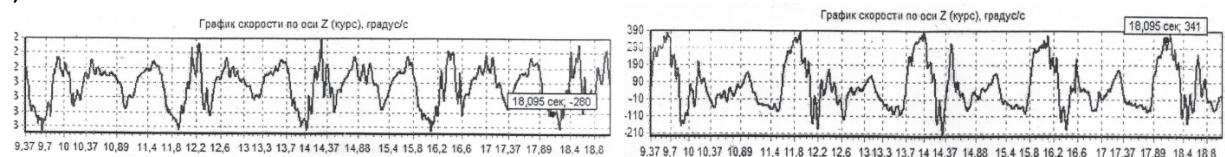
б)



в)



г)



Графическое изображение циклов кинематических характеристик гребков руками при плавании способом брасс

## Вопросы двигательной активности и спорта

Временные характеристики фазовой структуры гребка 4-го цикла, с

Цикл	Рука	Гребок		Гребок	Фаза		Выведение	
		Начало	Окончание		Захват подтягивание	Отталкивание		
1	Правая	11,8	12,4	0,6	11,8–12,2	12,2–12,4	12,4–13,7	
	Левая	11,4	12,1	0,7	11,4–11,7	11,7–12,1	12,1–13,5	
2	Правая	13,7	14,8	0,5	13,37–13,8	13,3–14,4	14,4–15,8	2,1 асимм.
	Левая	13,5	14,3	0,8	13,5–13,7	13,7–14,3	14,3–15,7	2,2 асимм.
3	Правая	15,8	16,4	0,6	15,8–16,0	16,0–16,4	16,4–17,4	1,6 асимм.
	Левая	15,4	16,4	1,0	15,4–15,8	15,8–16,4	16,4–17,6	2,2 асимм.
4	Правая	17,89	18,4	0,51	17,5–18,0	18,0–18,4 (0,4)	18,4	– асимм.
	Левая	17,89	18,4	17,5–18,1	18,1–18,4	18,1–18,4 (0,3)	18,4	– асимм.

особенно правой руки. Такие же проявления мы отмечаем на остальных графиках (б, в, г).

Рассмотрим подробнее в совокупной оценке пространственно-временных и динамических характеристик гребок на примере 4-го цикла. Фиксированная точка 18,095 с, отмеченная на графиках а–г, является ориентиром для пофазной обработки материала. В таблице выделены временные характеристики фазовой структуры гребка.

Гребок спортсменка начинает с позиции 17,89 с и заканчивает в позиции 18,4 с одновременно правой и левой рукой продолжительностью 0,51 с, что в целом определяет его синхронность и вполне соответствует стандартному нормативу. Разночтения возникают в основной части гребка, т. е. в фазах «подтягивание» и «отталкивание» по силовым, временным характеристикам и показателям скорости потока по осям X, Y, Z.

Так, продолжительность фазы «отталкивание» левой рукой меньше, чем правой и включает в себя два равных силовых всплеска. Правой рукой спортсменка усиливает гребок, разделенный на три силовых импульса, разных по величине и продолжительности. Асимметрия силовых и временных компонентов хорошо просматривается на фоне фиксированной точки 18,095 с в гребке левой рукой, точка расположена на пике первого силового импульса. В гребке правой рукой фиксатор располагается на спаде первого всплеска.

### **Интерпретация графиков скорости по осям стреловидности X и тангажу Y**

Сопоставляя данные графиков X, Y с показателями силы F можно сделать вывод об

эффективном использовании скользящих движений кисти в потоке воды, позволяющих спортсмену создать хорошие опорные реакции, хотя и не совсем равномерные и постоянные. Например, при гребке *правой рукой* отмечается по оси стреловидности максимальное значение скорости потока, а сила давления – минимальная. При снижении скорости потока, сила давления увеличивается. По оси тангажа наблюдается импульсивное увеличение скорости потока с одновременным увеличением силы давления в импульсивном режиме. На наш взгляд, данное явление есть проявление скоростно-силовой неустойчивости кисти в гребке, т. е. недостаточной физической подготовленности пловца. Учитывая, что скорость руки в гребке в 3-4 раза выше скорости продвижения тела, следовательно, нагрузки на кисть возрастают многократно.

В гребковом движении *левой рукой* прослеживается несколько иное сочетание осевых скоростных режимов X, Y с силой давления F. Судя по фиксированной точке 18,095 с максимальная сила давления совпадает с максимальной скоростью потока по оси X со знаком «минус», по оси Y со знаком «плюс». По оси тангажа Y заметен значительный тремор кисти, т. е. колебание кисти по поперечной оси.

### **Интерпретация скорости по оси Z (курс)**

В данном случае проследим за продвижением рук в гребке спереди–назад, в его основной части, продолжительность которой составляет для правой руки 0,4 с, для левой – 0,3 с.

Фиксированная точка 18,095 с скорости

потока *правой руки* находится несколько левее максимальной скорости и совпадает с точкой невысокого уровня давления. Для *левой руки* фиксатор отмечает максимальную величину скорости потока, она совпадает с максимальной величиной силы давления. Следовательно, кисть правой руки отстает от кисти левой. Данное положение подтверждает присутствие внутрициклового асимметрии в кинематической схеме гребка.

#### **Выводы:**

– в результате проведенных исследований были обозначены временные характеристики фазовой структуры гребка при плавании способом брасс;

– определена силовая нагрузка всех циклов, проявляющаяся в различной степени напряженности;

– выявлена силовая вибрация в основной части гребка;

– доказана скоростно-силовая неустойчивость кисти обеих рук в потоке воды по осям X и Y, что свидетельствует о недостаточной специальной физической подготовленности спортсмена;

– выявлена асинхронность в движении рук по курсу Z. Следовательно, в кинематической схеме гребка присутствует внутрицикловая асимметрия.

– несмотря на некоторые разночтения в показателях силы давления F, скорости потока по оси X и Y спортсмен неплохо использует

скользящие моменты при движении кисти для создания положительных опорных реакций.

Таким образом, прибор РГД-2, введенный в программу исследований техники плавания, позволил дать совокупную оценку пространственно-временных и внешних динамических характеристик гребка.

#### **Литература**

1. Красильников, В.Л. *Возрастные особенности формирования техники гребка руками юных пловцов* / В.Л. Красильников, Т.А. Комельков. – Челябинск: УралГУФК, 2004. – 54 с.

2. Красильников, В.Л. *Новые подходы в интерпретации информационного пространства в спортивной подготовке пловцов на основе интеграции инструментальных* / В.Л. Красильников, В.В. Эрлих, Е.В. Миргородская // *Теория и практика физ. культуры*. – 2014. – № 5. – С. 71–75.

3. *Новое направление в комплексной оценке специальной физической и технической подготовленности пловцов (на примере спортивного плавания брасс)* / В.Л. Красильников, Е.В. Миргородская, О.Б. Ведерникова, Е.Н. Сумак. – Уфа, 2014.

4. *Спортивное плавание: учеб.* / под ред. Н.Ж. Булгаковой. – М.: Физкультура, образование, наука, 1996. – 429 с.

5. Price, R. *Ultimate guide to weight training for swimming* / R. Price. – Price world enterprises, 2005. – 168 p.

**Красильников Владимир Леонидович**, кандидат педагогических наук, профессор, эксперт кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), tmfcs@mail.ru.

**Эрлих Вадим Викторович**, кандидат биологических наук, доцент, директор Института спорта, туризма и сервиса, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), erlih-vadim@mail.ru.

**Яценко Екатерина Вячеславовна**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), katnemna@mail.ru.

*Поступила в редакцию 7 сентября 2015 г.*

**STRUCTURAL ANALYSIS OF THE ARM STROKE KINEMATICS IN BREASTSTROKE UNDER THE CONDITIONS OF NEW MULTIPOLAR DEVICE RGD-2**

V.L. Krasilnikov, [tmfcs@mail.ru](mailto:tmfcs@mail.ru),  
V.V. Erlikh, [erlih-vadim@mail.ru](mailto:erlih-vadim@mail.ru),  
E.V. Yaschenko, [katnemna@mail.ru](mailto:katnemna@mail.ru)

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Aim: to perform structural analysis of the arm stroke in breaststroke within the new approach to the aggregate estimate of spatial-temporal and dynamical characteristics. The study was conducted using new device RGD-2 (stroke movement recorder). In comparison with RGD (4) device, the new construction had additional sensors integrated: gyroscope allowing the estimation of the hand position by the pitch and sweep angles; accelerometer recording the hand motion, i.e. along the stroke trajectory front-to-back relative to head-to-foot axis of the swimmer's body. The comparison of X and Y diagrams with the force factors F suggests the effective use of the sliding hand movements in the water flow that allow the athlete to achieve good supporting reactions. Along the pitch axis there is an impulsive increase of the flow rate with the simultaneous increase of the force pressure in the impulsive mode. As the arm speed at stroke is factor of 3-4 higher than the body movement speed, the loads upon the hand are essentially increased. We performed the structural analysis of the arm stroke in breaststroke within the new approach to the aggregate estimate of spatial-temporal and dynamical characteristics.

*Keywords: breaststroke athletic technique, stroke kinematics, phase analysis, pitch and sweep angles.*

**References**

1. Krasilnikov V.L., Komel'kov T.A. *Vozrastnie osobennosti formirovaniya tehniki grebka rukami yunih plovcov* [Age Features of the Formation of the Art of Young Swimmers Arm Stroke]. Chelyabinsk, UralGAFK Publ., 2004. 54 p.
2. Krasilnikov V.L., Erlich V.V., Mirgorodskaya E.V. [New Approaches to the Interpretation of the Information Space in the Sports Training of Swimmers Based on the Integration of Instrumental]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2014, no. 5, pp. 71–75. (in Russ.)
3. Krasilnikov V.L., Mirgorodskaya E.V., Vedernikova O.B., Sumak E.N. *Novoe napravlenie v kompleksnoy ocenke specialnoy fizicheskoy i tehnicheskoy podgotovlennosti plovcov (na primere sportivnogo plavaniya brass)* [A New Direction in a Comprehensive Assessment of the Special Physical and Technical Readiness of Swimmers (By the Example of Sports Swimming Breaststroke)]. Ufa, 2014.
4. Bulgakova N.Zh. (Ed.) *Sportivnoe plavanie* [Sport Swimming]. Moscow, Physical Culture, Education, Science Publ., 1996. 429 p.
5. Price R. *Ultimate Guide to Weight Training for Swimming*. Price World Enterprises, 2005. 168 p.

*Received 7 September 2015*

**ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ**

Красильников, В.Л. Структурный анализ кинематики гребка руками в плавании способом брасс в условиях нового многополярного прибора РГД-2 / В.Л. Красильников, В.В. Эрлих, Е.В. Ященко // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2015. – Т. 15, № 4. – С. 84–88. DOI: 10.14529/ozfk150415

**FOR CITATION**

Krasilnikov V.L., Erlikh V.V., Yaschenko E.V. Structural Analysis of the Arm Stroke Kinematics in Breaststroke under the Conditions of New Multipolar Device RGD-2. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Education, Healthcare Service, Physical Education*, 2015, vol. 15, no. 4, pp. 84–88. (in Russ.) DOI: 10.14529/ozfk150415