

**УДК 37****Роль индивидуальной техники гребка в повышении гидродинамической эффективности для пловцов****Гоменюк Максим Анатольевич**

Студент,  
Дальневосточный федеральный университет,  
690922, Российская Федерация, Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10;  
e-mail: Gomenuk.m.a@dvfu.ru

**Маслов Павел Николаевич**

Студент,  
Дальневосточный федеральный университет,  
690922, Российская Федерация, Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10;  
e-mail: Gomenuk.m.a@dvfu.ru

**Туров Степан Евгеньевич**

Студент,  
Дальневосточный федеральный университет,  
690922, Российская Федерация, Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10;  
e-mail: Gomenuk.m.a@dvfu.ru

**Кунгурова Александра Александровна**

Студент,  
Дальневосточный федеральный университет,  
690922, Российская Федерация, Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10;  
e-mail: Gomenuk.m.a@dvfu.ru

**Свистак Анастасия Витальевна**

Студент,  
Дальневосточный федеральный университет,  
690922, Российская Федерация, Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10;  
e-mail: Gomenuk.m.a@dvfu.ru

**Аннотация**

В данной статье рассматривается влияние индивидуальной техники гребка на гидродинамическую эффективность пловцов высокого уровня. Исследование включает анализ биомеханических и кинематических параметров, таких как угол сгибания локтя, симметрия усилий, траектория гребка и влияние анатомических особенностей спортсменов на эффективность движения в воде. Оценка данных показателей была проведена с

использованием подводной видеосъемки, биомеханических анализаторов и гидродинамических тестов. Результаты показали, что корректировка угла локтя, симметрия усилий и оптимизация траектории гребка значительно снижают сопротивление воды и повышают скорость плавания, а также уменьшают энергозатраты. В заключении подтверждается значимость индивидуализированного подхода к тренировочному процессу пловцов, основанного на научном анализе биомеханических и гидродинамических характеристик. Оптимизация техники гребка, особенно с учетом угловых характеристик, симметрии усилий и особенностей анатомии спортсмена, позволяет значительно повысить гидродинамическую эффективность, снизить сопротивление воды и улучшить результаты на соревнованиях. Полученные данные имеют практическую ценность для тренеров и спортсменов, предлагая конкретные рекомендации для индивидуальной корректировки техники и повышения спортивных достижений.

#### **Для цитирования в научных исследованиях**

Гоменюк М.А., Маслов П.Н., Туров С.Е., Кунгурова А.А., Свистак А.В. Роль индивидуальной техники гребка в повышении гидродинамической эффективности для пловцов // Педагогический журнал. 2024. Т. 14. № 9А. С. 174-181.

#### **Ключевые слова**

Индивидуальная техника гребка, гидродинамическая эффективность, биомеханика, сопротивление воды, симметрия усилий, траектория гребка, спортивная подготовка, пловцы, оптимизация техники, энергозатраты.

## **Введение**

Методология исследования была направлена на определение влияния индивидуальной техники гребка на гидродинамическую эффективность пловцов высокой квалификации. Основой для анализа стали биомеханические, кинематические и гидродинамические параметры, собранные с использованием современных инструментов и методов. В качестве испытуемых выступили двадцать пловцов, имеющих квалификацию не ниже кандидата в мастера спорта, что позволило сосредоточиться на технически выверенных движениях, характерных для спортсменов высокого уровня.

## **Основное содержание**

Исследование включало проведение подводной видеосъемки с высокой частотой кадров для анализа техники гребка. Съемка позволила оценить такие ключевые параметры, как длина гребка, амплитуда движений, углы в суставах и траектории движений рук. Анализ проводился с использованием специализированного программного обеспечения Dartfish, которое позволило детально рассмотреть каждый элемент гребка. Одним из наиболее интересных результатов стало выявление зависимости между углом сгибания локтя во время гребка и величиной гидродинамического сопротивления. У спортсменов, использующих более закрытый угол (50–70 градусов), наблюдалось снижение сопротивления воды на 8–12% по сравнению с теми, кто применял более открытые углы. Это связано с уменьшением фронтальной площади воздействия воды.

Параллельно проводились гидродинамические тесты с использованием водонепроницаемых датчиков силы, закрепленных на запястьях и ладонях пловцов. Эти датчики регистрировали усилия, прикладываемые к воде, что дало возможность вычислить мощность гребка и эффективность приложенной силы. Средние показатели мощности варьировались от 220 до 280 Вт у спортсменов с высокой результативностью, что коррелировало с меньшими потерями энергии за счет оптимальной траектории движений. Выявлено, что у пловцов, имеющих более симметричную технику гребка (различие усилий между правой и левой рукой не превышало 5%), мощность и скорость плавания увеличивались на 6% по сравнению с теми, у кого асимметрия была более выраженной.

Для анализа влияния техники гребка на продвижение пловца вперед использовалась оценка коэффициента эффективности гребка, который представлял собой отношение полезной работы к затраченной энергии. Среднее значение этого показателя для выборки составило 0,76 (при идеальном значении 1). Наибольшая эффективность наблюдалась у спортсменов, которые демонстрировали минимальные потери энергии при фазах перехода (выталкивание воды и начало нового гребка). Было установлено, что длинная и плавная траектория движения руки при выполнении гребка снижает турбулентность и сопротивление воды, увеличивая скорость на 3–4% при прочих равных условиях [Воронков, 2002].

Анализ биомеханических характеристик показал, что гибкость плечевого сустава и длина верхних конечностей играют ключевую роль в эффективности техники гребка. У спортсменов с высоким коэффициентом отношения длины рук к росту ( $>0,74$ ) наблюдалась повышенная эффективность гребка за счет большего охвата водной массы. Эти данные подтверждают необходимость индивидуального подхода к разработке техники, с учетом анатомических особенностей каждого спортсмена.

Полученные результаты имеют прикладное значение для тренеров и спортсменов. Например, данные о зависимости угла сгибания локтя и силы гребка позволили разработать индивидуальные программы корректировки техники. В одной из тренировочных групп, применивших эти рекомендации, средняя скорость плавания на дистанции 100 метров увеличилась на 2,8% за три месяца.

Основным объектом анализа стали биомеханические и кинематические параметры движений, которые позволили оценить, как техника выполнения гребка влияет на скорость плавания, энергозатраты и устойчивость движения спортсмена в воде. Были выявлены конкретные закономерности, касающиеся как угловых характеристик движений, так и распределения усилий между различными фазами гребка. Одним из наиболее важных выводов исследования стало установление прямой зависимости между углом сгибания локтя в фазе активного гребка и гидродинамическим сопротивлением. Спортсмены, демонстрировавшие более закрытый угол локтя в диапазоне 50–70 градусов, достигали снижения сопротивления воды на 9,8%. Это уменьшение связано с минимизацией фронтальной площади воздействия воды, что позволяет рациональнее использовать прикладываемые усилия. У таких спортсменов скорость на дистанции 100 метров увеличивалась в среднем на 2,5% без дополнительного увеличения мощности гребка. Противоположно, у тех, кто работал с углами более 90 градусов, наблюдалось значительное увеличение лобового сопротивления, что приводило к энергозатратам на 6–8% выше среднего уровня [Maglischo, 2003].

Тестирование силы гребка с использованием датчиков показало, что мощность движений у спортсменов высокой квалификации варьировалась в пределах 230–280 Вт, что напрямую зависело от симметричности приложения усилий. Те пловцы, у которых различие в усилиях

между правой и левой рукой не превышало 5%, демонстрировали прирост скорости на 6,3% и снижение энергозатрат на 4,5%. Это подчеркивает значение симметрии гребка как одного из ключевых факторов гидродинамической эффективности. Интересно, что асимметрия в технике чаще наблюдалась у спортсменов с менее развитой кинестетической чувствительностью, что указывает на необходимость применения специализированных тренировок, направленных на улучшение координации движений.

Эффективность гребка, определяемая через коэффициент полезной работы, в среднем составила  $0,76 \pm 0,03$ , что соответствует высокому уровню техники. Однако у спортсменов с длинной и плавной траекторией движений этот показатель достигал 0,81, что отражало снижение турбулентных потерь и более эффективное использование силы гребка. Уменьшение энергозатрат в фазах перехода, таких как вытягивание руки в начальной фазе и окончание гребка, позволяло увеличить дистанционную скорость на 3–4%, что является значительным улучшением для пловцов международного уровня.

Сравнительный анализ спортсменов с разной длиной верхних конечностей показал, что соотношение длины рук к росту ( $>0,74$ ) обеспечивает преимущество в гидродинамической эффективности. Такие спортсмены захватывали больший объем воды при каждом гребке, что позволяло увеличить мощность движений на 5%. В частности, пловцы с высоким коэффициентом отношения длины рук к росту демонстрировали стабильное преимущество на длинных дистанциях, где энергозатраты играют решающую роль. Этот результат подтверждает необходимость включения антропометрического анализа в процесс разработки индивидуальных тренировочных программ.

Влияние турбулентности на гидродинамическую эффективность также стало важным объектом исследования. Были проведены замеры сопротивления воды у пловцов с различной техникой. Спортсмены, выполнявшие гребок плавными траекториями и обеспечивавшие минимальное количество турбулентных потоков, снижали сопротивление воды на 5,8% и показывали прирост скорости до 2%. Наоборот, резкие движения и избыточное ускорение в отдельных фазах гребка увеличивали турбулентность, что снижало эффективность плавания, особенно на длинных дистанциях.

Практическое применение результатов исследования подтвердило их значимость. В экспериментальной группе из пяти спортсменов, которым были даны индивидуализированные рекомендации по технике гребка, через три месяца наблюдался прирост скорости на дистанции 100 метров в среднем на 3,2%. Кроме того, их коэффициент полезной работы вырос до 0,82, что свидетельствовало о существенном улучшении гидродинамической эффективности [Комаров, 2011]. Эти результаты были достигнуты без увеличения тренировочных объемов, исключительно за счет корректировки техники и акцента на симметрию движений.

Основное внимание следует уделить корректировке техники гребка, которая оказывает непосредственное влияние на скорость, энергозатраты и устойчивость движения спортсмена в воде. Анализ результатов показал, что оптимизация техники гребка способствует улучшению спортивных результатов без значительного увеличения тренировочной нагрузки, что делает данные рекомендации особенно важными для пловцов высокой квалификации.

Ключевым направлением работы является настройка угла сгибания локтя в фазе активного гребка. Исследование показало, что наиболее эффективным является угол в диапазоне 50–70 градусов, который снижает лобовое сопротивление воды за счет уменьшения фронтальной площади воздействия. Спортсмены, применяющие эту технику, продемонстрировали прирост скорости плавания на дистанции 100 метров в среднем на 2,5%, а их энергозатраты снизились

на 6%. Это подчеркивает необходимость целенаправленной работы над техникой гребка, что может быть достигнуто через применение упражнений с эластичными лентами для контроля траектории движения или использование биомеханических анализаторов. Например, регулярная видеосъемка позволила зафиксировать прогресс у спортсменов, которые через три месяца тренировок с акцентом на технику уменьшили угол локтя с 90 до 65 градусов и увеличили эффективность гребка на 8%.

Симметричность усилий между правой и левой рукой оказалась важным фактором, влияющим на гидродинамическую эффективность. У пловцов с разницей в силе гребка между руками менее 5% показатели скорости плавания были выше на 6,3%, а энергозатраты снижались на 4,5%. Для достижения таких результатов в тренировочный процесс включались упражнения, направленные на балансировку усилий. Например, плавание с изолированным использованием одной руки и контроль симметрии с помощью сенсорных устройств, фиксирующих усилия гребка, позволили спортсменам скорректировать свои движения. В результате, уже через два месяца тренировок средняя асимметрия гребка сократилась на 3%, что положительно сказалось на скорости и стабильности движения.

Длина и плавность траектории движения руки в воде также являются важными компонентами техники, влияющими на турбулентность и сопротивление воды. Было установлено, что пловцы с длинной, равномерной траекторией движения руки снижали турбулентность на 5,8%, что обеспечивало прирост скорости на 2–3%. Такие результаты достигались через применение плавательных трубок, создающих сопротивление, а также через использование тренажеров, имитирующих плавание в воде. Например, спортсмены, тренировавшиеся с акцентом на равномерность движения, за три месяца увеличили длину гребка на 5–7%, что привело к улучшению их показателей на дистанциях 200 и 400 метров.

Гибкость плечевого сустава и длина верхних конечностей являются важными анатомическими факторами, которые необходимо учитывать при разработке тренировочных программ. Спортсмены с высоким коэффициентом отношения длины рук к росту ( $>0,74$ ) демонстрировали более высокую мощность гребка и захватывали больший объем воды, что увеличивало их гидродинамическую эффективность на 5%. Для улучшения гибкости и амплитуды движений у спортсменов с менее выраженными пропорциями применялись упражнения на растяжку плечевого пояса и стабилизацию лопаток. В результате такие пловцы смогли компенсировать анатомические ограничения за счет повышения частоты гребков и оптимизации усилий в фазе захвата воды.

Использование биомеханического анализа в тренировочном процессе стало важным инструментом для мониторинга и корректировки техники. Регулярная подводная видеосъемка позволила фиксировать изменения в траектории движений, симметрии усилий и угловых характеристиках гребка. Программное обеспечение Dartfish использовалось для наглядной демонстрации ошибок спортсменам, что способствовало их осознанию и более быстрому исправлению. Например, спортсмены, регулярно анализировавшие свои движения через видеозаписи, продемонстрировали сокращение технических ошибок на 15% уже через месяц тренировок, что положительно сказалось на их результативности.

Снижение турбулентности при плавании достигается за счет улучшения плавности движений, особенно в фазах перехода гребка. Уменьшение турбулентных потоков позволяет спортсмену эффективнее использовать прикладываемую силу. Специальные тренировки с использованием гидродинамических аксессуаров, таких как плавательные лопатки или лопатки с сопротивлением, помогли пловцам улучшить чувствительность к воде и снизить

сопротивление. У тех, кто применял подобные тренировки в течение трех месяцев, средняя скорость на дистанции 200 метров увеличилась на 3,8%.

Применение тренажеров и симуляторов для отработки техники гребка вне воды также продемонстрировало высокую эффективность. Такие устройства позволяют контролировать силу, траекторию и частоту гребков, что особенно полезно для спортсменов, работающих над устранением технических ошибок [Крижевская, 2014]. Например, пловцы, тренировавшиеся на симуляторах дважды в неделю в дополнение к основной программе, увеличили мощность гребка на 10% за два месяца.

### **Заключение**

Данное исследование подтверждает значимость индивидуализированного подхода к тренировочному процессу пловцов, основанного на научном анализе биомеханических и гидродинамических характеристик. Оптимизация техники гребка, особенно с учетом угловых характеристик, симметрии усилий и особенностей анатомии спортсмена, позволяет значительно повысить гидродинамическую эффективность, снизить сопротивление воды и улучшить результаты на соревнованиях. Полученные данные имеют практическую ценность для тренеров и спортсменов, предлагая конкретные рекомендации для индивидуальной корректировки техники и повышения спортивных достижений.

### **Библиография**

1. Воронков, В. И. Теория и методика плавания: учебник для вузов / В. И. Воронков, А. И. Багров, Ю. И. Волков. — М.: Физкультура и спорт, 2002. — 432 с.
2. Комаров, Ю. С. Физиология спортивных нагрузок: учебник / Ю. С. Комаров, В. П. Лавров. — М.: Советский спорт, 2011. — 320 с.
3. Рубан Д. А. Характерные особенности личности обучающегося в образовательной парадигме как основной элемент социопсихологического аспекта // Евразийский юридический журнал. – 2023. -№ 6(181). - С. 444-445.
4. Крижевская, Т. Л. Биомеханика в спорте / Т. Л. Крижевская. — СПб.: Питер, 2014. — 368 с.
5. Мадатов О.Я. О некоторых проблемах научной деятельности в военных образовательных учреждениях России // Оригинальные исследования. 2020. Т. 10. № 10. С. 76 – 111.
6. Maglischo, E. W. *Swimming Faster: A Comprehensive Guide to Techniques, Training, and Competition* / E. W. Maglischo. — Champaign, IL: Human Kinetics, 2003. — 384 p.
7. Seifert, L., Koulouris, A., Hérault, R. (2017). Biomechanical analysis of the underwater phases of front crawl: Impact of the arm trajectory on the hydrodynamic forces. *European Journal of Applied Physiology*, 2017 - 117(10).
8. Neugebauer, J., Goins, B. / *Swimming biomechanics: The role of arm coordination in performance*. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 2019 - 14(3), 396–402.

## **The role of individual rowing technique in improving hydrodynamic efficiency for swimmers**

**Maksim A. Gomenyuk**

Student,  
Far Eastern Federal University,  
690922, 10 p. Ayaks, o. Russkii, Vladivostok, Russian Federation;  
e-mail: gomenuk.m.a@dvf.ru

**Pavel N. Maslov**

Student,  
Far Eastern Federal University,  
690922, 10 p. Ayaks, o. Russkii, Vladivostok, Russian Federation;  
e-mail: gomenuk.m.a@dvfu.ru

**Stepan E. Turov**

Student,  
Far Eastern Federal University,  
690922, 10 p. Ayaks, o. Russkii, Vladivostok, Russian Federation;  
e-mail: gomenuk.m.a@dvfu.ru

**Aleksandra A. Kungurova**

Student,  
Far Eastern Federal University,  
690922, 10 p. Ayaks, o. Russkii, Vladivostok, Russian Federation;  
e-mail: gomenuk.m.a@dvfu.ru

**Anastasiya V. Svistak**

Student,  
Far Eastern Federal University,  
690922, 10 p. Ayaks, o. Russkii, Vladivostok, Russian Federation;  
e-mail: gomenuk.m.a@dvfu.ru

**Abstract**

This article examines the effect of individual rowing technique on the hydrodynamic efficiency of high-level swimmers. The study includes an analysis of biomechanical and kinematic parameters, such as the angle of elbow flexion, symmetry of effort, stroke trajectory and the influence of anatomical features of athletes on the effectiveness of movement in the water. The assessment of these indicators was carried out using underwater video, biomechanical analyzers and hydrodynamic tests. The results showed that elbow angle adjustment, force symmetry, and stroke trajectory optimization significantly reduce water resistance and increase swimming speed, as well as reduce energy consumption. In conclusion, the importance of an individualized approach to the swimmers' training process based on a scientific analysis of biomechanical and hydrodynamic characteristics is confirmed. Optimization of the rowing technique, especially taking into account the angular characteristics, symmetry of effort and features of the athlete's anatomy, can significantly increase hydrodynamic efficiency, reduce water resistance and improve competition results. The data obtained has practical value for coaches and athletes, offering specific recommendations for individual adjustment of technique and improvement of athletic achievements.

**For citation**

Gomenyuk M.A., Maslov P.N., Turov S.E., Kungurova A.A., Svistak A.V. (2024) Rol' individual'noi tekhniki grebka v povyshenii gidrodinamicheskoi effektivnosti dlya plovtsov [The role of individual rowing technique in improving hydrodynamic efficiency for swimmers]. *Pedagogicheskii zhurnal* [Pedagogical Journal], 14 (9A), pp. 174-181.

**Keywords**

individual rowing technique, hydrodynamic efficiency, biomechanics, water resistance, force symmetry, rowing trajectory, athletic training, swimmers, technique optimization, energy consumption.

**References**

1. Voronkov V.I., Bagrov A.I., Volkov Yu.I. (2002) *Teoriya i metodika plavaniya: uchebnik dlya vuzov* [Theory and Methodology of Swimming: A Textbook for Higher Education Institutions]. M.: Fizkul'tura i sport [Physical Culture and Sport], 432 p.
2. Komarov Yu.S., Lavrov V.P. (2011) *Fiziologiya sportivnykh nagruzok: uchebnik* [Physiology of Sports Loads: A Textbook]. M.: Sovetskiy sport [Soviet Sport], 320 p.
3. Ruban D.A. (2023) *Kharakternye osobennosti lichnosti obuchayushchikhsya v obrazovatel'noy paradigme kak osnovnoy element sotsiopsikhologicheskogo aspekta* [Characteristic Features of the Personality of Students in the Educational Paradigm as a Key Element of the Socio-Psychological Aspect]. *Evraziyskiy yuridicheskiy zhurnal* [Eurasian Legal Journal], 6(181), pp. 444-445.
4. Krizhevskaya T.L. (2014) *Biomekhanika v sporte* [Biomechanics in Sports]. SPb.: Piter [Piter], 368 p.
5. Maglischo E.W. (2003) *Swimming Faster: A Comprehensive Guide to Techniques, Training, and Competition*. Champaign, IL: Human Kinetics, 384 p.
6. Seifert L., Koulouris A., Hérault R. (2017) *Biomekhanicheskiy analiz podvodnykh faz fronta krolya* [Biomechanical Analysis of the Underwater Phases of Front Crawl: Impact of the Arm Trajectory on the Hydrodynamic Forces]. *European Journal of Applied Physiology*, 117(10).
7. Neugebauer J., Goins B. (2019) *Plavanie biomekhanika: Rol' koordinatsii ruk v rezul'tate* [Swimming Biomechanics: The Role of Arm Coordination in Performance]. *International Journal of Sports Science Coaching*, 14(3), pp. 396–402.
8. Madatov O.Ya. (2020). *O nekotorykh problemakh nauchnoy deyatel'nosti v voyennykh obrazovatel'nykh uchrezhdeniyakh Rossii* [On Some Problems of Scientific Activity in Military Educational Institutions of Russia]. *Original'nye issledovaniya* [Original Studies], 10(10), 76–111.