УДК 531/53

ОБ ОПТИМАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ГРЕБКОВЫХ ДВИЖЕНИЙ РУК ПЛОВЦА

Г.А. Гилев

Московский педагогический государственный университет, Москва, Россия
Для связи с автором: gilev@mail.msiu.ru

Аннотация:
В работе теоретически обоснованы и практически подтверждены оптимальные скоростные и пространственные параметры взаимодействия кисти пловца с водой в подводной части гребка.
Ключевые слова: гребок, пловец, результирующая сила, число Рейнольдса, сила сопротивления.

ABOUT OPTIMAL CHARACTERISTICS OF HOE-TYPE MOTIONS OF HAND OF THE SWIMMER
G.A. Gilev
Moscow pedagogical state University, Moscow, Russia
Abstract:
In this work are theoretically proved and practically confirmed the optimal speed and spatial parameters of the interaction of the brush of a swimmer with water in the underwater part of the stroke.
Keywords: stroke, swimmer, resultant force, Reynolds number, the drag force.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что эффективность продвижения пловца определяется многими факторами, среди которых большое значение имеют пространственные и скоростные характеристики гребка. Вопросы взаимодействия руки с водной средой с позиций скоростных характеристик гребкового движения не столь однозначны, как следует из публикаций, в которых анализируется техника выдающихся пловцов. Оптимальность скоростных характеристик в момент наибольшего развиваемого усилия в гребке необходимо рассматривать в тесной взаимосвязи и взаимообусловленности с кинематическими параметрами, и прежде всего с траекторией гребкового движения и углом атаки кисти руки пловца.

Прежде чем приступить к рассмотрению скоростных характеристик движения кисти руки в подводной части гребка, сделаем некоторое краткое обобщение. Известно, что во время движения руки в подводной части гребка образуются две составляющие – сила лобового сопротивления, направленная по касательной к траектории движения кисти, и подъемная сила, всегда перпендикулярная вектору силы лобового сопротивления. Изменяя угол атаки кисти (угол между плоскостью ладони и направлением ее движения), пловец увеличивает или уменьшает эти силы. Причем с увеличением угла атаки от 0°, когда кисть ориентирована ребром или кончиками пальцев к потоку, и до 90°, когда плоскость ладони перпендикулярна ему, сила лобового сопротивления возрастает. Максимальная величина подъемной силы наблюдается при угле атаки около 40°, меньшие или большие величины угла атаки приводят к падению подъемной силы. В результате взаимодействия силы лобового сопротивления и подъемной силы возникает результирующая сила опоры на воду.

Анализ литературных данных показывает, что, например, в кроле на груди в идеальном случае направление результирующей силы опоры на воду во всех точках траектории гребкового движения должно совпадать или быть приближено к направлению движения пловца [5, 7 и др.]. Следовательно, изменяя угол атаки кисти и тем самым увеличивая или уменьшая величину лобового сопротивления и подъемной силы, пловец должен изменить траекторию гребкового движения таким образом, чтобы результирующая сила опоры на воду была направлена по ходу движения. В то же время величина ре-

зультирующей силы определяется скоростью движения кисти, с возрастанием которой результирующая становится больше [2 и др.].

Опираясь на последнее положение, логично было бы предположить целесообразность увеличения скорости движения кисти в подводной части гребка до максимально возможных для каждого пловца величин. Однако экспериментальные данные опровергают это предположение. При этом у специалистов нет единого мнения по вопросу оптимальных скоростных режимов выполнения гребка. Так, Д. Каунсилмен утверждает, что слишком высокая скорость кисти на большом участке пути ведет к падению эффективности гребка, ибо высокой скорости можно достичь только на прямолинейном участке траектории гребкового движения при взаимодействии кисти с ограниченной массой воды [4]. По мнению Б.В. Иссурина [3], скорость движения руки при взаимодействии ее с водой несколько произвольна. Максимальная сила тяги возникает в момент наибольшей скорости движения руки, причем скорость гребкового движения находится в соподчинении с силовыми возможностями пловца.

Цель исследования заключалась в определении оптимальных скоростных характеристик гребкового движения кисти руки пловца во взаимосвязи с ее пространственной ориентацией.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Совокупность действий, предпринятых для решения поставленной цели, включала комплекс методов исследования соревновательной деятельности, в том числе теоретический анализ научно-методической литературы по биомеханическим аспектам техники выполнения гребковых движений в различных способах плавания, математическое моделирование, педагогические наблюдения, анализ и обобщение практического опыта, лабораторные эргономические и педагогические эксперименты с использованием инструментальных биомеханических методов (видеосъемка, тензометрия).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С целью выявления оптимальных скоростных режимов гребкового движения руки кролиста сделаем попытку рассмотреть эффективность продвижения пловца в зависимости от развиваемого им импульса силы. Известно, что при больших числах Рейольдса (Re³104) возникает хорошо развитая турбулентность. В нашем случае для кисти руки:

$$\mathrm{Re} = \frac{Q}{\eta} \cdot \mathrm{UL} \le 10^6 \cdot 2 \cdot 0{,}1 \ge 2 \cdot 10^5,$$

где $\eta/Q=10^6$ – динамическая вязкость воды, $м^2/с$; U – линейная скорость кисти руки относительно потока воды, м/с (т.е. $U = V - U_0$, когда V – скорость кисти относительно покоящейся воды, а U_0 – скорость движения тела пловца); L – характерный размер кисти, м. За характерный размер кисти примем 1/2 сумму поперечного и продольного ее размеров.

Как известно, точное решение уравнений в области развитой турбулентности затруднительно. Поэтому будем решать усредненное уравнение движения кисти с двумя феноменологическими параметрами: m* – присоединенная масса воды;

$C = \frac{F_{\text{сопр}}}{\frac{1}{2}\rho V^2 S}$ – коэффициент сопротивления,

где $F_{\text{сопр}}$ – сила сопротивления движению;

ρ – плотность воды;

S – площадь кисти.

Тогда уравнение движения для проекции скорости кисти на направление движения пловца будет выглядеть таким образом:

$$P(t) \cdot S = m^* \frac{dV}{dt} + C\frac{1}{2} S V^2 \rho \ , (1)$$

где P(t) – давление, развиваемое кистью за время гребка. Прежде чем решать это уравнение, обратим внимание на зависимость коэффициента C от числа Рейнольдса (Re).

Число Re – это параметр, описывающий смену режима при переходе от ламинарного к турбулентному течениям. В любых случаях, когда числа Re одинаковы, поток при выборе надлежащего масштаба будет «выглядеть» одинаково. Это означает, что мы можем определить поведение потока, зная число Re. Именно этот принцип позволяет применять результаты измерений над маленькой моделью самолета в аэродинамической трубе или результаты, полученные с моделью корабля, к реальным объектам. Однако оговоримся, что это можно

делать только при условии (как в нашем случае), когда сжимаемостью среды можно пренебречь. В противном варианте должна войти новая величина – скорость звука.

Известно, что теоретический расчет внутреннего трения, образующегося между слоями потока при ламинарном течении жидкости около тела, приводит к формуле Стокса, где сила сопротивления (увлечения тела потоком) линейно зависит от скорости потока. Однако дело в том, что сила трения пропорциональна скорости лишь для ламинарного встречного потока. При увеличении скорости тела вокруг него возникают вихри, слои перемешиваются и движение в какой-то момент становится турбулентным. Величина внутреннего трения (сила сопротивления) изменяется.

Возникновение силы сопротивления можно тогда представить следующим образом. Пусть тело прошло в среде путь L. При силе сопротивления F_r на это затрачивается работа $A=F_rL$. Если площадь поперечного сечения тела равна S, то тело "натолкнется" на частицы среды, занимающие объем SL. Полная масса частиц в этом объеме равна ρSL (где ρ – плотность среды). Представим, что эти частицы полностью увлекаются телом, приобретая скорость V. Тогда их кинетическая энергия становится равной $W=\rho SLV^2/2$. Эта энергия не появилась ниоткуда: она создана за счет работы внешних сил по преодолению силы сопротивления. Стало быть, A=W, откуда $F_r=\rho SV^2/2$. Мы видим, что теперь сила сопротивления сильнее зависит от скорости движения, становясь пропорциональной ее второй степени.

Однако предположение о полном увлечении частиц среды движущимся телом оказывается слишком сильным. В реальности любое тело так или иначе обтекается потоком. Поэтому принято использовать так называемый коэффициент сопротивления C, записывая силу лобового сопротивления в виде:

$$F_r = CS\frac{\rho V^2}{2} \quad (2)$$

Чтобы явственней представить зависимость коэффициента C от числа Re, рассмотрим случай обтекания цилиндра потоком жидкости. Сила, увлекающая цилиндр, показана на рисунке 1 как функция величины числа Re, которая пропорциональна скорости V, если все остальное фиксировано. Фактически, на рисунке отложен коэффициент сопротивления (увлечения) C – безразмерное число, равное отношению силы сопротивления к $1/2\rho V^2S$.

Коэффициент сопротивления, как видим из рисунка, изменяется довольно сложным образом и определяется свойствами потока в различных областях чисел Re.

Область 1. Здесь число Re очень мало ($Re\leq10$) и течение потока ламинарно. Экспериментальная кривая описывается в этой области функцией $C\approx24/Re$. В этой области сопротивление возникает вследствие вязкости среды. Между телом и средой всегда существуют силы сцепления, так что непосредственно вблизи поверхности тела слой жидкости полностью задерживается, как бы "прилипая" к нему. Он трется о следующий слой, который слегка отстает от тела. Тот, в свою очередь, испытывает силу трения со стороны еще более удаленного слоя и т.д. Совсем далекие от тела слои можно считать покоящимися.

Область 2. Число Рейнольдса лежит в интервале $10<Re<2\cdot10^4$. Данная область соответствует переходу от ламинарного к турбулентному течению. Экспериментальные данные свидетельствуют, что при увеличении числа Рейнольдса достигается некоторое его критическое значение, после которого стационарное ламинарное течение становится неустойчивым. Разумеется, это критическое значение не универсально и различается для разных типов течений. Но его характерная величина порядка нескольких десятков. При Re лишь слегка больших крити-

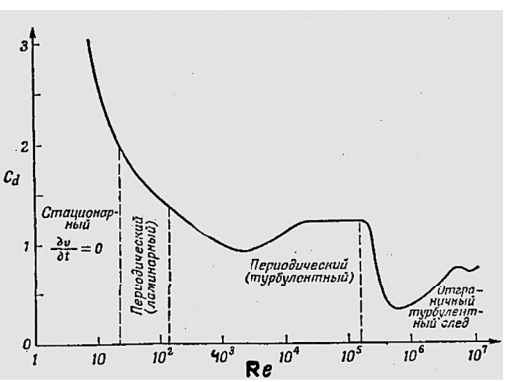

Рисунок 1 – Зависимость коэффициента сопротивления от числа Рейнольдса (Фейман [6])

ческого значения появляется нестационарное периодическое движение потока, характеризуемое некоторой частотой. При дальнейшем увеличении Re периодическое движение усложняется и в нем появляются новые и новые частоты. Этим частотам соответствует периодические движения (вихри), пространственные масштабы которых становятся все более мелкими. Движение приобретает все более сложный характер – развивается турбулентность. В данной области коэффициент сопротивления продолжает падать с ростом Re, но более медленно. Минимум достигается при $Re=(4\div5)\cdot10^3$, вслед за этим C несколько повышается.

Область 3. Эта область соответствует развитому турбулентному течению потока, характерные здесь значения числа Рейнольдса лежат в интервале $2\cdot10^4<Re<2\cdot10^5$. При движении тело оставляет за собой турбулентный след, за пределами которого течение ламинарно. Часть поверхности тела непосредственно примыкает к области турбулентного следа, а его передняя часть – к области ламинарного течения.

Граница между ними на поверхности тела называется линией отрыва. Физической причиной возникновения силы сопротивления является разность давлений на передней и задней поверхности тела. Оказывается, что положение линии отрыва определяется свойствами пограничного слоя и не зависит от числа Рейнольдса. Поэтому коэффициент сопротивления примерно постоянен в этом режиме.

Область 4. Однако такой режим обтекания тела не может поддерживаться до сколь угодно больших значений Re. В какой-то момент передний ламинарный пограничный слой турбулизируется, что отодвигает назад линию отрыва. Турбулентный след за телом сужается, что приводит к резкому (в 4-5 раз) падению сопротивления среды. Это явление, названное кризисом сопротивления, происходит в интервале значений $Re\cong(2\div2,5)\cdot10^5\div106$.

Таким образом, следуя экспериментальным данным из области физики, коэффициент сопротивления при обтекании цилиндра потоком воды в области чисел $Re\sim(2,5\div3,5)\cdot10^5$ уменьшается приблизительно в 4 раза [5 и др.] в сравнении с его значением в зоне чисел $Re\sim10^4\div10^5$.

Если учесть, что сила сопротивления при обтекании цилиндра в 3-5 раз меньше в сравнении с ее величиной при взаимодействии того же потока с кистью руки, то, надо полагать, область чисел Re с пониженным коэффициентом сопротивления для кисти руки пловца наступит раньше при меньших скоростных режимах потока, чем в случае с соответствующим цилиндром.

Из сказанного следует, что в процессе гребка рукой пловец взаимодействует с потоком воды в различных областях чисел Рейнольдса, поэтому испытывает различные величины сопротивления продвижению руки.

По существу, при гребковом движении рукой пловец ускоряет определенную массу воды (формирующуюся с тыльной стороны кисти) до скорости $V_{кон}$, причем (по закону сохранения импульса) развиваемый рукой импульс приобретает тело пловца.

Чем больше масса отбрасываемой воды за счет косонаправленной траектории движения кисти (как следствие увеличения пути или движения по невозмущенному потоку) и ее скорость, тем больше импульс силы. В свою очередь, величина скорости отбрасываемой массы воды $V_{кон}$, с одной стороны, зависит от развиваемой пловцом силы давления руки на воду, с другой – от силы сопротивления, испытываемого рукой. Чем меньше сила сопротивления при данной силе давления, тем выше скорость гребкового движения и, следовательно, больший импульс сообщается телу пловца.

Это наглядно просматривается из приведенной выше формулы (2), из которой вытекает:

$$V = \sqrt{\frac{2F_г}{CS\rho}} \ .$$

Если принять за постоянную величину прикладываемую силу ($F_г$) и площадь опоры (S), то мы видим: чем меньше коэффициент сопротивления (C), тем большая достигается скорость движения. Поэтому при гребке выгодно, чтобы взаимодействие кисти пловца с водой входило в ту область чисел Рейнольдса, где коэффициент сопротивления становится минимальным.

Решая уравнения (1), введем безразмерные величины:

$$y = \frac{V}{U_0};\ x = \frac{t}{T};\ f(x) = \frac{P(t)}{P_{max}},\quad (3)$$

где T – продолжительность гребкового движения; Pmax – максимальное давление, развиваемое кистью в процессе гребка.

Тогда уравнение (1) примет вид:

$$Ff(x) = \frac{dy}{dx} + Dy^2,\qquad (4),$$

$$\text{где } F = \frac{P_{max} T S_1}{U_0 m^*};\ D = \frac{C\rho S_2 T U_0}{2m^*};$$

S_1 – площадь кисти; S_2 – эффективная площадь ускоряемой жидкости.

Решая уравнение (4) в предположении, что $x_{кр} = t_{кр}/T < 1$, имеем для y выражение:

$$y = \frac{V_x}{U_0} \sim C\int_0^x f(x')dx' \quad .\qquad (5)$$

Эффективность продвижения пловца определяем, исходя из следующих условий: при временах от 0 до $t_{кр}$ числа Re меняются от 10^4 до $2\cdot10^5$, при этом коэффициент сопротивления C_1=1,3; от $t_{кр}$ до T числа $Re>2,5\cdot10^5$, коэффициент сопротивления C_2=0,4.

Сравним эффективность продвижения пловца $\Delta=\Delta V/V$ (где ΔV – изменение скорости движения кисти руки) при различной форме импульса силы гребка, когда $x_{кр1} < x_{кр2}$, но при сохранении одинаковых значений U_0, P_{max}, T, S_1,S_2.

Для ясности представим, что форма импульса гребкового движения состоит из двух прямых (рисунок 2). В заданных условиях мы можем изменить только время достижения максимального давления (t_{01} и t_{02}).

Как следует из (5), скорость кисти, при которой $Re > 2,5\cdot10^5$, определяется интегралом от импульса развиваемого усилия

$$\left(\int_0^{x_{кр}} f(x')dx\right).$$

Поэтому из двух форм импульсов более эффективен тот, при котором скорость кисти руки, соответствующая числам $Re>2,5\cdot10^5$, достигается быстрее, а именно в заданных условиях это та форма импульса, где максимум давления наступает раньше. Действительно, при равенстве заштрихованных площадей на рисунках 2 А и Б получаем:

$$x_{кр1} = x_{кр2}\sqrt{\frac{t_{01}}{t_{02}}}\quad .\qquad (6)$$

Используя (4), (5) и (6) для определения величины Δ, имеем:

$$\Delta = x_{кр2}\left(1 - \sqrt{\frac{t_{01}}{t_{02}}}\right)\quad .\qquad (7)$$

Например: если продолжительность гребка T=0,6 с, время достижения максимального давления в первом случае t =0,24 с, а во втором – t – 0,3 с, тогда Δ=0,05 или $\Delta V/V\cdot100\%\approx5\%$, т.е. достижение максимальной величины давления на 0,06 с раньше приводит к 5% приросту скорости движения пловца.

Следовательно, пловцу целесообразно как можно раньше достигать скорости движения кисти, при которой ее взаимодействие с потоком воды определяется областью чисел $Re\geq2,5\cdot10^5$.

Дальнейшее же увеличение скорости движения кисти нецелесообразно, поскольку время оптимального взаимодействия кисти руки с водой сокращается. Фактически, здесь мы опять приходим к той же проблеме. Что более выгодно? Увеличение импульса силы за счет дальнейшего увеличения скорости (при данных числах Re это практически возможно только на прямолинейной траектории движения кисти) или путем взаимодействия руки с большей массой воды (зигзагообразный гребок)? Ответ на этот вопрос был получен нами при обосновании оптимальной траектории движения кисти руки кролиста в подводной части гребка [1]. Проведенные расчеты показывают, что именно в зоне $2,5\cdot10^5<Re<3,5\cdot10^5$, когда кисть руки испытывает пониженное сопротивление своему продвижению, необхо-

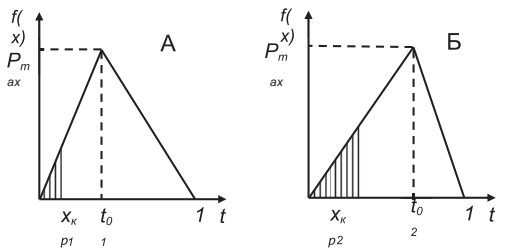

Рисунок 2 (Пояснение в тексте)

димо увеличивать продолжительность этого взаимодействия за счет изменения траектории движения (зигзагообразный гребок).

Целесообразность увеличения продолжительности гребка в этой зоне обосновывается и тем, что при еще больших числах $Re>10^6$ (при дальнейшем увеличении скорости или характерного размера кисти за счет изменения угла ее атаки) размер области турбулентности снова увеличивается и сила сопротивления возрастает. Наблюдается появление воздушных пузырьков с тыльной стороны кисти руки, что характеризует уменьшение отбрасываемой массы воды и, как следствие, эффективности гребка.

Полученные нами экспериментальные результаты по проверке теоретических положений подтвердили целесообразность достижения в гребке скоростных режимов движения руки, при которых кисть испытывает пониженное сопротивление, т.е. в зоне чисел $2{,}5\cdot10^5< Re< 3{,}5\cdot10^5$. Причем, если эта область чисел Re определяется как скоростью движения кисти, так и величиной угла ее атаки, то уменьшение угла атаки кисти должно компенсироваться возрастанием скорости ее движения. Угол же атаки кисти тесно связан с направлением ее движения (формой траектории). Взаимосвязь этих составляющих гребкового движения определяет направление силы тяги пловца (результирующей силы).

Относительно формы траектории гребкового движения следует отметить, что изменение направления движения кисти руки в подводной части гребка приводит, с одной стороны, к взаимодействию руки с большей массой воды, с другой – к падению скорости продвижения кисти в потоке воды. И чем резче это изменение, тем большее наблюдается падение скорости, а вместе с ней и величины результирующей силы опорной реакции.

В практической работе контроль за скоростными параметрами выполнения гребка можно осуществлять, используя тензометрическую методику, с помощью которой регистрируются силовые параметры опорных реакций кистей рук о воду. Зафиксированные силовые параметры следует математически интерпретировать таким образом, чтобы они позволяли судить о скоростных характеристиках движения кисти руки.

Для оперативного контроля за направлением результирующей силы опоры на воду целесообразно с тыльной стороны кисти к среднему пальцу закреплять небольшую (15-20 см) ленту, расположение которой в потоке воды будет указывать на направление результирующей силы взаимодействия кисти с потоком воды.

Пловцу в зависимости от формы развиваемого им импульса силы и расположения ленты в потоке воды следует ставить конкретные задачи, а именно: обеспечить на протяжении криволинейной траектории гребкового движения расположение ленты по ходу движения пловца; как можно быстрее развить, а затем сохранить скорость движения кисти, при которой взаимодействие ее с потоком воды определяется областью чисел $2{,}5\cdot10^5<Re<3{,}5\cdot10^5$.

Результаты педагогического обследования при использовании данных методик с участием пловцов первого спортивного разряда и кандидатов в мастера спорта показали, что испытуемые после успешно завершенных попыток выполнения индивидуальных заданий улучшили время преодоления 50-метровой дистанции на $1{,}8\pm0{,}5\%$ при доверительной вероятности 0,95.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, подводя итоги поиска оптимальных скоростных и пространственных параметров гребкового движения и их взаимообусловленности при скоростном плавании, следует:

1. Эффективность продвижения пловца существенно зависит от продолжительности взаимодействия в гребковом движении кисти руки с потоком воды в области чисел $2{,}5\cdot10^5<Re<3{,}5\cdot10^5$. Так, например, при характерном размере кисти 0,1 м наиболее эффективная ее скорость находится в пределах от 2 до 3 м/с относительно потока воды, движущегося навстречу спортсмену. Уменьшение угла атаки кисти относительно потока воды, что равносильно уменьшению ее характерного размера, должно компенсироваться возрастанием скорости ее движения.

2. Угол атаки кисти и траектория ее движения должны быть согласованы таким образом, чтобы поток, формирующийся с тыльной стороны кисти, был ориентирован по направлению движения пловца.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гилев, Г.А. Совершенствование технических и скоростно-силовых характеристик гребковых движений пловца / Г.А. Гилев // IV Международный научный конгресс «Олимпийский спорт и спорт для всех». – Киев, 2000. – С. 66–68.
2. Гордон, С. М. Гидродинамическое сопротивление и продвигающие силы пловца / С. М. Гордон, Е. А. Ширковец // Теория и практика физической культуры. – 1968. – № 7.– С. 17-21.
3. Иссурин, В. Б. Нормативное и факторное исследование скоростно-силовой и технической подготовленности высококвалифицированных пловцов / В. Б. Иссурин, А. Н. Дементьев, А. Б Глазков // Теория и практика физической культуры. – 1977. – № 7. – С. 8-11.
4. Каунсилмен, Д. Наука о плавании / Д. Каунсилмен. – М. :ФиС, 1972. – 362 с.
5. Понимасов, О. Е. Индивидуально-вариативное целеполагание как условие проектирования стилевых вариаций плавания / О. Е. Понимасов, С. В. Николаев // Ученые запискиуниверситета имени П. Ф. Лесгафта. – 2013. – № 11 (105). – С. 134-137.
6. Фейман Р. Фейнмановские лекции по физике /Р. Фейман, Р. Лейтон, М. Сэндес. – Т. 7. – М. :Мир, 1977. – С. 67-70.
7. Callaway, A. J. A Comparison of Video and Accelerometer Based Approaches Applied to Performance Monitoring in Swimming // International Journal of Sports Science & Coaching. – 2009. – Vol. 4, No. 1. – P. 139-153.

BIBLIOGRAPHY

1. Gilev, G. A. Improvement of technical and high-speed and power characteristics of fungal movements of the swimmer / G. A. Gilev // the IV International scientific congress "The Olympic sport and sport for all". – Kiev, 2000. – P. 66-68.
2. Gordon, S. M. Technology of sports swimming/ S. M. Gordon. – M. :ФиС, 1968. – 245 p.
3. Issurin, V. B. Standard and factorial research of high-speed and power and technical readiness of highly skilled swimmers / V. B. Issurin, A. N. Dementiev, A. B Glazkov // Theory and practice of physical culture. – 1977. – No. 7. – P. 8-11.
4. Kaunsilmen, D. Science about swimming / D. Kaunsilmen. – M. :ФиС, 1972. – 362 p.
5. Ponimasov, O. E. Individual and variable goal-setting as condition of design of style variations of swimming / O. E. Ponimasov, S. V. Nikolaev // Scientific notes university of name P. F. Lesgafta. – 2013. – No. 11 (105). – P. 134-137
6. Feyman R. Feynman lectures on physics / R. Feyman, R. Layton, M. Sendes. – M. :Мир, 1977, t.7
7. Callaway, A. J. A Comparison of Video and Accelerometer Based Approaches Applied to Performance Monitoring in Swimming // International Journal of Sports Science & Coaching. – 2009. – Vol. 4, No. 1. – P. 139-153.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Гилев Геннадий Андреевич – доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник физической культуры РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, профессор кафедры спортивных дисциплин и методики их преподавания Московского педагогического государственного университета физического воспитания МПГУ, e-mail: gilev@mail.msiu.ru