

Основной целью занятий со студентами, имеющими отклонения в органах и системах организма от нормы независимо от их тяжести, а также имеющими неудовлетворительный уровень психофизического состояния является, в первую очередь, направленность средств на повышение функциональных возможностей сердечно-сосудистой, дыхательной системы и опорно-двигательного аппарата – скелетной мускулатуры (называемая периферическими "сердцами" человека), как базы для использования индивидуально регламентированных двигательных нагрузок для профилактики и восстановления систем и органов, имеющих отклонение от нормы. Во-вторых, обучение использованию индивидуального двигательного потенциала в разнообразных движениях, проявляемых во времени, пространстве и силе мышечных усилий.

УДК 796.072.2

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ ЛОКОМОЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ ПЛАВАНИЯ)

*Дышко Б.А.¹, д-р биол. наук, канд. пед. наук,
Кочергин А.Б.², канд. пед. наук, Мамонтов Д.В.³*

¹ООО «Спорт Технолоджи», Москва, Россия

²Центр Спортивной Подготовки, Москва, Россия

³ООО «Популярная механика», Москва, Россия

Техническая подготовленность спортсмена характеризует степень реализации/освоения им последовательности/системы движений в соревновательном упражнении, способствующая достижению высокого спортивного результат [1, 2, 5 и др.].

Известно, что техническое мастерство спортсменов характеризуется стабильностью, вариативностью, экономичностью, эффективностью [1]. Стабильность техники обусловлена ее помехоустойчивостью – независимостью от внешних условий и функционального состояния спортсмена [1, 11 и др.]. Вариативность техники зависит от способности спортсмена оперативно корректировать свои двигательные действия в зависимости от соревновательной ситуации и функционального состояния организма [1]. Экономичность техники характеризует способность спортсмена «... к рациональному ис-

пользованию энергии на единицу выполненной работы и является важнейшей характеристикой техники ...» [1]. Эффективность техники говорит о том «... насколько полно спортсмен реализует свои двигательные возможности для достижения высоких скоростей» [1, 5].

Оценка эффективности техники, в том числе и техники плавания, предполагает наличие объективной информации о кинематических и динамических характеристиках реального соревновательно-го/тренировочного упражнения [3, 4, 8, 9, 11, 12].

Для оценки и контроля эффективности техники плавания в реальных тренировочных и соревновательных упражнениях используется методика, оценивающая скорость перемещения общего центра масс тела спортсмена (ОЦМТС) или методика оценки динамики внутрицикловой скорости [1, 3, 4, 6, 7, 9–12].

Несмотря на то, что исследователи и педагоги едины во мнении, что динамика внутрицикловой скорости ОЦМТС и ее составляющих есть важнейшие характеристики движения, не существует единого подхода к количественной оценке эффективности техники выполнения соревновательного или тренировочного упражнения в плавании. По-видимому, это связано и с отсутствием интегрального критерия оценки эффективности техники выполнения соревновательного или тренировочного упражнения в циклических движениях, в том числе и плавании, имеющего физический смысл и позволяющего получить срочную количественную оценку техники.

Разработанный в России «коэффициент пропульсивной эффективности» дает возможность оценить эффективность техники с позиции биогидродинамики. В то же время технология вычисления данного коэффициента предполагает возможность использования ее (технологии) только в бассейне [4, 11].

Пропульсивная сила, которую создает пловец во время гребков руками и ногами, не является постоянной величиной. Она меняется по периодическому закону, причем во время гребка можно выделить несколько фаз. При сложении пропульсивных сил с силами сопротивления результирующая сила в зависимости от фазы гребка может быть как положительной (то есть толкает спортсмена вперед), так и отрицательной (то есть тормозит спортсмена). Поэтому результирующее ускорение ОЦМТС изменяется по квазипериодическому закону. Скорость ОЦМТС будет также изменяться по неко-

ему квазипериодическому закону, что подтверждается полученными экспериментальными данными [4, 7, 8, 11, 12] (рис. 1.1).

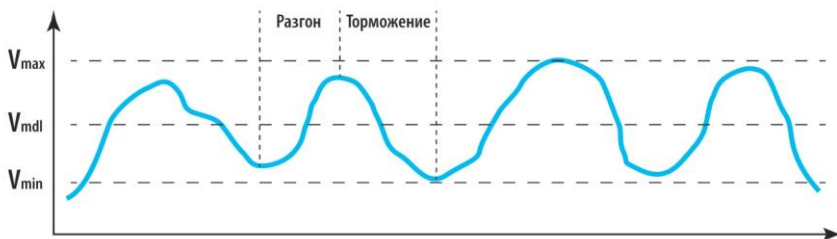


Рис. 1.1. Динамика внутрициклового скорости ОЦМТС

То есть динамика скорости ОЦМТС в плавании представляет собой сложный нелинейный колебательный процесс с периодической вынуждающей силой и нелинейным затуханием, что дает возможность привлечь для анализа движения пловца или оценке эффективности техники плавания в реальных движениях математический аппарат теории колебаний [7].

Движение под действием периодической вынуждающей силы представляет собой суперпозицию двух колебаний — с собственной частотой системы ω и с частотой вынуждающей силы γ .

В ситуации, когда влиянием среды на движение пренебречь нельзя, энергия движущегося тела, в конце концов, переходит в тепло — происходит диссипация энергии. (Именно такой процесс и происходит во время движений пловца). В этих условиях процесс движения уже не является чисто механическим процессом. Наряду с движением тела требуется учитывать движение и самой среды, а значит и изменение теплового состояния, как среды, так и тела. В этой ситуации в общем случае не существует уравнений движения в том смысле, какой они имеют в механике: произведение массы на ускорение равно действующей силе. Может, например, иметь место реакция запаздывания отклика среды на возмущение, вносимое телом.

Для характеристики эффективности осциллирующей системы часто применяется величина Q , называемая *добротностью*. Она представляет собой умноженное на 2π отношение запасенной в системе энергии к величине энергии, теряемой за один период колебаний.

Линейность уравнений движения, описывающих вынужденные гармонические колебания (с трением и без него), приводит к тому, что оказывается справедливым так называемый принцип суперпозиции колебаний. Именно принцип суперпозиции и дает возможность рассматривать теорию колебаний в применении к биомеханике плавания, а именно: и силы сопротивления, и пропульсивные силы можно разложить на несколько составляющих, каждая из которых является квазипериодической функцией.

Наиболее важным следствием применения теории колебаний для оценки эффективности техники плавания, является добротность.

Для вычисления добротности исследуемого нами квазипериодического процесса мы воспользовались вышеприведенным определением добротности колебательной системы как отношение запасенной в системе энергии к энергии, рассеиваемой за один период колебаний (не учитывая постоянный множитель 2π) и назвали эту характеристику «коэффициентом гидродинамической добротности» (КГД) или «гидродинамической добротностью» K .

Так как энергия однозначно связана с квадратом скорости перемещения, в нашем случае КГД системы в каждом анализируемом цикле будет равна (1.1):

$$K = \frac{V_{\max}^2}{(V_{\max}^2 - V_{\min}^2)} \quad (1.1)$$

где V_{\max} , м/с – максимальное значение ВЦС в одном цикле плавания;

V_{\min} , м/с – минимальное значение ВЦС в одном цикле плавания.

При этом, чем больше энергетические потери в системе, тем меньше КГД. В нашем случае это означает, что чем меньше энергии «теряется» при продвижении вперед, тем меньше энергии приходится затрачивать для поддержания средней скорости плавания, то есть техника выполняемого движения более эффективна.

Для измерения динамики ВЦС ОЦМТС мы использовали метод гидроакустической спидографии [7]. Этот метод измеряет ВЦС ОЦМТС с использованием эффекта Доплера. Блок-схема методики представлена на рис. 1.2.

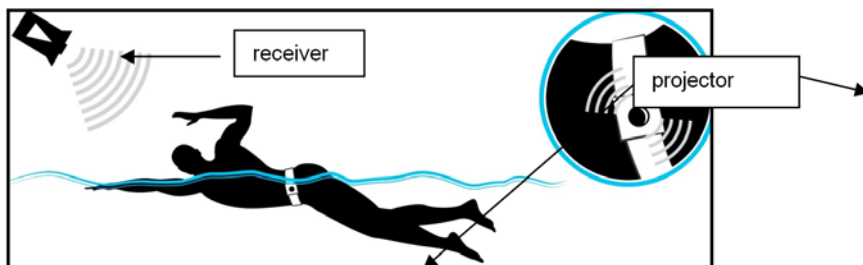


Рис. 1.2. Блок-схема метода гидроакустической спидографии

Полученная динамика ВЦС ОЦМТС при плавании кролем приведена на рис. 1.3.

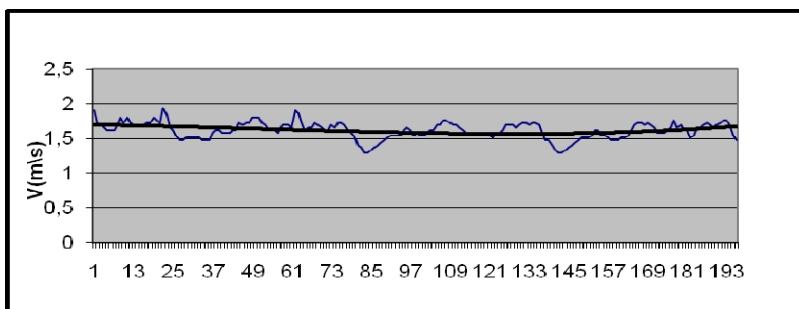


Рис. 1.3. Динамика ВЦС ОМТС в плавании способом кроль

В табл. 1.1 приведены значения КГД, вычисленные для различных стилей плавания для элитных пловцов (мужчины (n=8) и женщины (n=7)), полученные на соревновательных скоростях.

Анализ полученных данных показал, что максимальную энергетическую эффективность из всех стилей плавания имеет «кроль на спине», минимальную – плавание стилем «брасс», как у мужчин, так и у женщин.

Интересен и тот факт, что, хотя средняя скорость плавания у мужчин больше во всех стилях плавания, энергетическая эффективность техники у женщин выше, чем у мужчин везде, кроме брасса.

Таблица 1

Значения КГД для различных стилей плавания у мужчин (n=8) и женщин (n=7) (X – average value, σ – standard deviation, V_{avg} – средняя скорость)

Swimming style	$V_{max}, m/s$ $X \pm \sigma$		$V_{min}, m/s$ $X \pm \sigma$		$V_{avg}, m/s$ $X \pm \sigma$		К	
	Men	Women	Men	Women	Men	Women	Men	Women
Freestyle	1,88±0,06	1,63±0,09	1,56±0,06	1,37±0,10	1,70±0,05	1,49±0,09	3,30	3,54
Backstroke	1,68±0,10	1,59±0,08	1,40±0,11	1,35±0,09	1,54±0,09	1,45±0,08	3,45	3,86
Butterfly	2,01±0,11	1,66±0,16	1,09±0,14	0,94±0,11	1,52±0,10	1,29±0,12	1,45	1,51
Breaststroke	1,79±0,13	1,60±0,16	0,86±0,14	0,70±0,10	1,30±0,07	1,16±0,09	1,32	1,26

Выводы.

1. Предлагается инновационная технология количественной оценки эффективности техники выполнения циклических движений на основе использования математического аппарата теории колебаний.

2. Разработана новая биомеханическая характеристика для количественной оценки уровня энергетической эффективности технической подготовки спортсменов в циклических видах спорта и методология ее вычисления.

3. Предлагаемая биомеханическая характеристика «гидродинамическая добротность» может быть использованы для оценки уровня технической подготовленности спортсменов при проведении этапных и текущих обследований и разработки модельных характеристик техники выполнения соревновательных и тренировочных упражнений в спортивном плавании.

Литература

1. Верхошанский, Ю.В. Программирование и организация тренировочного процесса / Ю.В. Верхошанский. – М.: ФиС, 1985 – 176 с.

2. Гордон, С.М. Техника спортивного плавания / С.М. Гордон. – М.: ФиС, 1968. – 199 с.

3. Койгеров, С.В. Комплексная оценка технического мастерства пловцов высших разрядов / С.В. Койгеров, А.М. Фохт // В кн. Совершенствование методов и средств физического воспитания и спортивной тренировки. – Л.: ГДОИФК им. Лесгафта, 1979. – С. 45–46.

4. Колмогоров, С.В. Гидродинамические характеристики элитных пловцов на различных этапах подготовки / С.В. Колмогоров и др. // Теория и практика физической культуры. – 1991. – № 12. – С. 21–29.

5. Макаров, А. Бег на средние и длинные дистанции / А. Макаров. – М.: ФиС, 1973. – 235 с.

6. Мосунов, Д.Ф. Номограмма соотношений основных параметров техники спортивного плавания / Д.Ф. Мосунов // Теория и практика физической культуры. – 1979. – № 10. – С. 13–14.

7. Пахомов, А.Г. Гидроакустический измеритель скорости пловца / А.Г. Пахомов // Теория и практика физической культуры. – 1979. – № 4. – С. 52–53.

8. Радыгин, Ю.И. Биомеханический и гидродинамический анализ техники плавания брасом и его применение в обучении и тренировке: Автореф. дис. канд. пед. наук / Ю.И. Радыгин. – М, 1979. – 24 с.

9. Хальянд, Р.Б. Модели техники спортивных способов плавания с методикой совершенствования и контроля / Р.Б. Хальянд, Т.А. Тамп, Р.Р. Каал. – Таллин, 1986. – 98 с.

10. Costill D, Lee G, D'Acquisto L (1987) Video-computer assisted analysis of swimming technique. *J Swim Res* 3:5–9.

11. Kolmogorov, S. Interconnection between the functional and technical; preparedness of top-performing swimmers in final large training cycle / S. Kolmogorov, G. Turetsky, T. Fomichenko // *J. Treinamento Despositivo*. – 1999. – V.4. – P. 5–17.

12. Vilas-Boas J.P. Movement analysis in simultaneous swimming techniques / J.P. Vilas-Boas at all // In: Daniel K, Hoffmann U, Klauck J (Eds) *Cologne swimming symposium*. – Sport Fahnemann, Verlag, Bocknem, 1997. – P. 95–103.