

Динамика изменения уровня саморазвития командиров курсантских подразделений в сфере физической подготовки и спорта экспериментальной группы (ЭГ) была достоверно выше, чем в контрольной группе (КГ). Так, в конце педагогического эксперимента уровень саморазвития в ЭГ составил 3,98 балла (по 5-балльной шкале), а в КГ – 3,68 балла при  $P < 0,05$  (рис. 1).

Сформированность общепедагогических умений и устойчивость самообразовательной деятельности при проведении физической подготовки с курсантами у курсовых офицеров ЭГ была достоверно выше, чем в КГ.

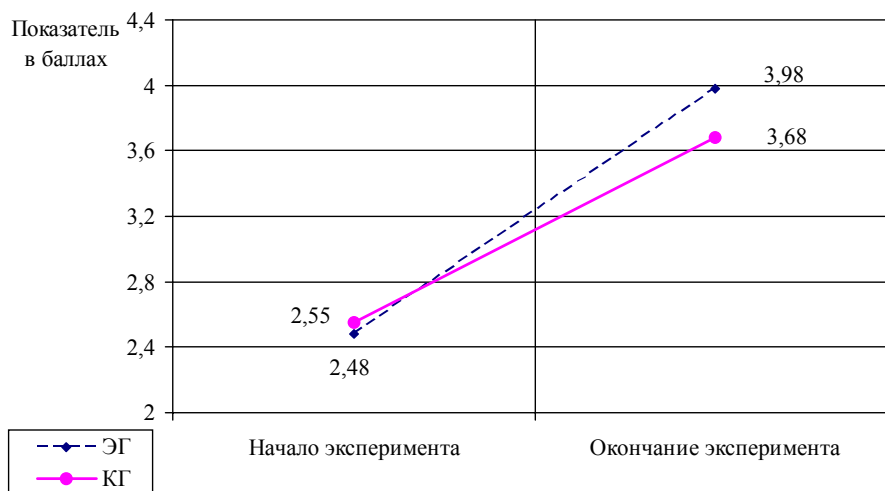


Рис. 1. Динамика изменения уровня саморазвития в экспериментальной и контрольной группах

Таким образом, подводя итог сказанному, следует отметить, что педагогическое руководство самообразованием офицеров представляет собой относительно длительный процесс, включающий в себя несколько этапов. Динамика этого процесса зависит от индивидуальных особенностей личности офицера, его профессионально-педагогической подготовленности, развития мотивации, организации самостоятельной работы. В саморазвитии проявляется ряд особенностей и зависимостей, знание и учёт которых позволяет эффективнее использовать технологию педагогического руководства этим процессом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Болотин, А.Э. Теория и практика применения игровых методов для обучения специалистов по физической подготовке и спорту : автореф. дис. ... д-ра пед. наук / Болотин А.Э. ; Воен. ин-т физ. культуры. – СПб. 2001. – 47 с.
2. Маришук, В.Л. Принципы и методы обучения в физической подготовке / В.Л. Маришук ; Воен. ин-т физ. культуры. – Л. : [б.и.], 1990. – 60 с.
3. Щёголев, В.А. Актуальные направления обучения и воспитания курсовых офицеров в сфере физической подготовки и спорта / В.А. Щёголев ; Воен. ин-т физ. культуры. – СПб. : [б.и.], 1999. – 117 с.

#### ЭЛЕКТРОННЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ В ПАРУСНОМ СПОРТЕ

*С.В. Елистратов*

#### ВВЕДЕНИЕ

Парусный спорт – сложный технический вид спорта. Спортсмен поставлен в условия, когда, с одной стороны, существует реальная ветро-волновая обстановка и необходимо предвидеть ее изменение во время гонки, с другой стороны, необходимо

вести одновременно тактическую борьбу с соперниками.

Так частота пульсации ветра в зоне «приводного слоя» (ряд для Черного моря) – 3, 10, 25, 33, 50, 100, 250 с при максимальной протяженности порыва до 4000 метров, что дает минимальное время для принятия технических действий по управлению яхтой, фактически эти действия должны быть отработаны до автоматизма.

Борьба с соперниками также предъявляет высокие требования к физическим и психологическим данным спортсмена-гонщика. В ключевых моментах гонки: старт, поворотные знаки, финиш, когда соперников разделяют минимальные расстояния, ЧСС спортсменов может достигать 160 ударов в минуту и выше. И, наконец, гонщик обязан соблюдать правила соревнований и инструкцию по проведению данной гонки.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Настройка яхты на высокие ходовые характеристики и техника управления яхтой, по словам 15-кратного чемпиона мира датчанина П. Эльвстрема, являются основой парусных гонок. Иными словами, во время гонки спортсмен непрерывно решает задачу экстремального регулирования и поддержания оптимальной скорости хода на дистанции гонки. Для этого спортсмен пользуется так называемыми управляющими факторами, которые регулируют аэрогидродинамические характеристики яхты в различных ветро-волновых условиях. Управляющие факторы регулируют «несущие» характеристики паруса, центровку и положение яхты относительно воды (крен и дифферент). Количество управляющих факторов зависит от класса яхты, типа парусного вооружения и может достигать 10 и больше. Так, при выборе олимпийских классов уклон в сторону атлетизма разделил яхты на две категории, где в одном случае число управляющих факторов составляет от 4 до 6, а в другом – от 10 до 20.

Все управляющие факторы по характеру действия можно разделить на факторы положения (мачта, шверт, руль), перемещения (экипажа, шкотовых и галсовых углов паруса, погона гика, утяжек) и силовые факторы, возникающие при набивке стоячего и бегучего такелажа (таблица 1).

Действие экипажа по отношению к управляющим факторам и есть настройка яхты на ходкость и остроту хода при выбранной центровке.

Однако невозможность иметь круглогодичную тренировочную и соревновательную практику непосредственно на воде по метеоусловиям нашей страны требует найти эквивалентную замену на берегу.

Создание электронных тренажеров для парусного спорта отчасти помогает решить эту проблему. Гонщик привык оперировать управляющими факторами как реальными носителями информации, которые в явном и неявном виде входят в управление движением яхты. Так, скорость яхты при движении острыми курсами (против ветра) связана с управляющими факторами соотношением:

$$V_{\text{яхт}} = f_1(K * R_a / R_r), \quad (1)$$

где позиционная равнодействующая аэродинамических сил –

$$R_a = f_2(X_m; \chi_m; X_k; Y_k; Y_{\text{пог}}; P_{\text{с-ф}}; P_{\text{ш}}; P_{\text{в}}; P_{\text{с-ш}}; P_{\text{г-ш}}; P_{\text{ог}}; P_{\text{т}}; P_{\text{р}}; P_{\text{з-ш}}) * K_1 \quad (2)$$

и позиционная равнодействующая гидродинамических сил –

$$R_r = f_3(X_{\text{шв}}; \chi_{\text{шв}}; X_3; Y_3; P_r) * K_2 \quad (3)$$

коэффициент  $K$  включает в себя инерционно-демпфирующие составляющие движения яхты.

$K_1$ ,  $K_2$  - остальные члены соотношений, включая направляющие различных систем координат относительно центра тяжести системы «яхта-экипаж». Отметим, что разница между расстояниями точек приложения  $R_a$  и  $R_r$  до центра тяжести есть центровка яхты.

Таблица. 1.

Основные управляющие факторы швертботов	
Управляющие факторы положения:	
$X_m$	- координаты положения мачты
$\chi_m$	- угол наклона мачты
$X_{шв}$	- координаты положения шверта
$\chi_{шв}$	- угол подцентровки шверта
Управляющие факторы перемещений:	
$X_{э}, Y_{э}$	- координаты перемещений экипажа
$X_{к}, Y_{к}$	- координаты перемещений кип стакселя
$Y_{пог}$	- координаты перемещения ползуна погона гика-шкота
Управляющие факторы силовые	
$P_{с-ф}$	- усилия в стаксель-фале
$P_{ш}$	- усилие в штаге
$P_v$	- усилия в вантах
$P_{с-ш}$	- усилия в стаксель-шкотах
$P_{г-ш}$	- усилия в гика-шкотах
$P_{ог}$	- усилия в оттяжке гика
$P_t$	- усилия в трапедии
$P_r$	- усилия на руле
$P_{з-ш}$	- усилия в задней шкаторине паруса
Неявно выраженные управляющие факторы:	
$X_{л}, Y_{л}$	- координаты перемещения лат
$P_k$	- усилие в оттяжке Канинхэма

Сведение разнородных управляющих факторов к одному показателю для вывода на экран дисплея возможно при оценке влияния каждого фактора на целевую функцию (скорость хода яхты) в % через шаг управляющих факторов в «плюс» и «минус» от номинального. «Шаг» управляющих факторов – это порог чувствительности экипажа (мышечной, зрительной, вестибулярной), его возможная ошибка при настройке яхты.

Анализ тестов рулевых дает среднюю мышечную чувствительность, равную 0,2 кг, у матросов она колеблется от 0,5 кг до 1 кг. По перемещению шкотовых углов парусов погонов, оттяжек зрительная чувствительность даст величину менее 0,06 м; наклон мачты и подцентровка шверта идет с «шагом» равным 2°, суммарный «шаг» перемещения экипажа вдоль продольной и поперечной оси равен 0,15 м. Наконец, по скорости и направлению вымпельного ветра оценка экипажа имеет погрешности 0,3 м/с и 2°, соответственно. Все факторы можно разделить на несущественные, дающие большую величину падения скорости (по предварительной оценке автора до 5 %  $V_{яхт}$ ), и существенные, малозаметные (от 1 %  $V_{яхт}$  и меньше), что в реальных условиях позволяют опередить соперника на корпус на финише.

#### ПУТЬ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Это прямая задача механики движения – по силам, возникающим на стоячем и бегучем такелаже, и по управляющим усилиям найти оптимальную скорость движения яхты заданным курсом. Решение задачи в общем виде (статика) известно [1].

При рассмотрении процесса движения в динамике отметим, что при поиске тах целевой функции (это - первая производная по управляющим факторам) возникает система уравнений, где есть зависимости между конструктивными элементами парусного вооружения и управляющими факторами, зависимости от коэффициентов демпфирующих моментов, зависимости прямого влияния управляющих факторов на целевую функцию [2]. В конечном итоге можно построить математическую модель движения заданного класса, введя ряд значений из натурных испытаний. (Уравнение целевой функции в развернутом виде не приводится из-за громоздкости, оно есть в литера-

турных источниках [2].)

В качестве примера рассмотрим типичный случай – ветровое не установившееся волнение, когда с ростом скорости ветра волна растет, но еще не начинает обрушаться. Так, по результатам натурных испытаний на экране дисплея можно вывести трехмерный график, где координатам кривой «ветер-волна» (1) будет соответствовать кривая «скорость хода яхты прямо на ветер» ( $V_{пнв}$ ), которая является наиболее информативной при ходе яхты против ветра. На этой кривой (2) можно указать диапазон действия слабого, умеренного и сильного ветра, и, соответственно, указать, какие управляющие факторы должны быть включены или продолжат работать. Недоучет какого-либо фактора вызовет падение кривой скорости в пропорции от удельного веса фактора (рис. 1, таблица 2). При этом предельным вариантом при моделировании может служить кривая, полученная в натурных условиях при отсутствии волнения (тихая вода) – так называемая «опорная гоночная характеристика» (кривая 3), которая позволит найти демпфирующие моменты только от действия ветра [3].

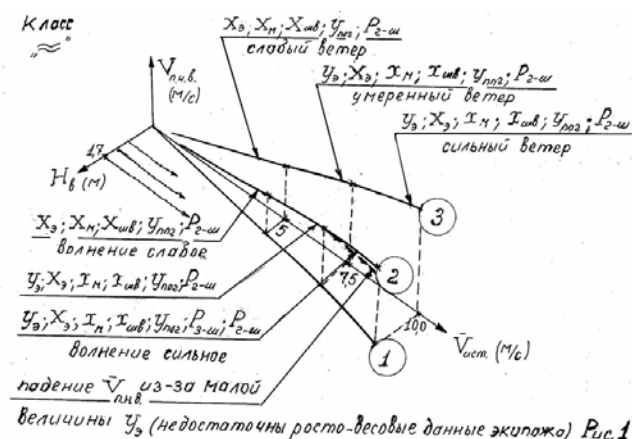


Рис. 1. Падение кривой скорости в пропорции от удельного веса фактора

Таблица 2

Класс «FINN»

$V_{ист}$ (м/с)	$V_{п.н.в.}$ (v/c)	
	«тихая вода»	волнение не установившееся
4,0	1,3	1,0
5,0	1,6	1,2
5,5	2,0	1,6
7,5	2,4	1,8
10,0	3,2	2,4

$V_{ист}$ (м/с)	$H_в$ (м)	волнение не установившееся
5,0	0,9	
7,5	1,3	
10,0	1,7	



Рис. 2. Схема и порядок действия при моделировании на тренажере

Где

β - курсовой угол хода яхты (град);  
 $V_{\text{вет}}$  - скорость ветра (м/с);  
 $H_{\text{в}}$  - высота волны (м);  
 τ - период волны (с).

Величины управляющих факторов в основном известны из практики. Неявные факторы влияют на изменение геометрии паруса: на кривизну профиля паруса и положение ее по длине паруса, на индуктивное перетекание потока по парусу в целом и, как результат меняют величину и местоположение  $R_a$ , следовательно, требуется подпрограмма по расчету  $R_a$ . В конечном итоге возможно составить алгоритм воздействия каждого управляющего фактора на целевую функцию.

В заключение отметим, что автоколебательная нестационарная система «ветер-волна» предлагает целый спектр задач по настройке яхты и выбору оптимального курса движения, в частности:

- «отход и заход» ветра от генерального курса;
- шквалы и порывы ветра;
- ночной и дневной бриз;
- прибрежные течения;
- остаточные нерегулярные волнения.

Все это требует комплекса программ для тренировки яхтсменов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Curtiss, N. Upright sailing craft performance and optimum speed to windward // J. Hidronautica. – 1976. – Vol. 11, № 2.
2. Елистратов, С. Аэродинамические силы парусного вооружения // Сборник научных трудов Николаевского кораблестроительного института. – Николаев, 1985.
3. Елистратов, С. Демпфирующие моменты гоночной яхты // Катера и яхты. – 2006. – № 2.