

исследовать его во время соревнований. различных условиях

**БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ В ВИДАХ СПОРТА С  
ЦИКЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ ДВИЖЕНИЙ**

**М.И.Сябро, Т.А.Хабинец, М.С.ВострокнUTOва**

Многолетний практический опыт свидетельствует, что в видах спорта с циклической структурой движений рост спортивных результатов в значительной степени зависит от уровня технической



подготовленности спортсменов.

Повышение интенсивности подготовки спортсменов высокой квалификации, отмечаемое с начала 80-х годов, предполагает разработку и совершенствование кибернетических методов и систем управления, включая принципиально новые технические средства обеспечения тренировочного процесса (Э.Н. Меркин, 1986; В.В. Иванов, 1987).

Значительный интерес представляют вопросы создания и внедрения эффективных управляющих систем, в принципе которых заложено моделирование информационных процессов. Использование подобных систем создает для спортсмена такие условия информационного обеспечения, которые позволяют ему наилучшим образом решать двигательные задачи при обучении и совершенствовании спортивной техники.

Целью нашей работы является повышение эффективности спортивно-технической подготовки биатлонистов, гребцов-академистов и велосипедистов-шоссейников на основе использования в тренировочном процессе данных об индивидуальных особенностях их моторики, с учетом специфики конструктивных элементов инвентаря и биомеханических характеристик преодоления соревновательной дистанции.

Анализ характера изменений структуры движений биатлонистов при передвижении на участках трасс различного профиля показал, что при передвижении на подъемах с уклоном  $5^{\circ}$  и  $10^{\circ}$  достоверно перестраиваются характеристики результативности двигательной деятельности, биомеханические характеристики толчковых и маховых движений рук и ног, посадки спортсмена и их корреляционные взаимосвязи со средней скоростью передвижения.

Анализ показал, что большое значение для повышения скорости передвижения на подъемах имеет эффективная работа рук. Так как спортсмен взаимодействует с опорой через лыжную палку, то очевидно, что её размеры являются существенными показателями в системе биомеханических рычагов, взаимосвязанных с основной массой тела через звенья верхних конечностей и оказывающих влияние на структуру движений всей биокинематической цепи тела спортсмена.

Статистический анализ зависимости длины применяемых лыжных палок от роста спортсменов показал, что, несмотря на значитель-

ную вариативность (до 7,5 см) размеров палок у биатлонистов одного роста, имеется выраженная тенденция увеличения длины палок с увеличением роста спортсменов. Расчет линейного уравнения регрессии  $h = 136,2 \pm 0,48 x$  для данной зависимости (где  $h$  — длина лыжной палки;  $x$  — рост спортсмена; 136,2; 0,48 — коэффициенты линейной регрессии) позволил определить оптимальные размеры этого инвентаря.

Изучение закономерностей адаптационной перестройки системы движений на участках трасс с различным профилем показало, что при увеличении крутизны подъема существенно изменяется характер работы рук спортсменов и результативность их двигательной деятельности. Проведенные исследования и общетеоретические представления позволили предположить, что повышение скорости движения на подъемах, так же как и на равнине, независимо от избранного способа передвижения, возможно в результате оптимизации работы рук на основе изменения длины лыжных палок. Полученные данные результативности двигательной деятельности при преодолении подъема с уклоном  $5^{\circ}$  и  $10^{\circ}$  показали, что укорочение палок приводит к возрастанию скорости, а удлинение их — к уменьшению скорости.

Изменение биомеханических характеристик движений заключается в уменьшении активности рук при укорочении палок и увеличении активности ног при сохранении на одном уровне суммарного импульса силы отталкивания.

Таким образом, анализ закономерностей перестройки биодинамических характеристик при использовании лыжных палок различной длины показал, что толчок руками, препятствуя активной работе ног, не может обеспечить достаточной мощности отталкивания и скорости передвижения в периоде скольжения при движении в подъем. Укорочение лыжных палок должно быть пропорционально крутизне подъема. На подъемах крутизной  $7^{\circ}$ – $10^{\circ}$  существенный положительный эффект дает использование палок на 5 см короче, чем оптимальная длина их для равнины. Большее укорочение положительного эффекта не дает.

В исследовании, объектом которого были гребцы-академисты, способ реализации предложенных принципов предусматривал сопряжение биомеханической структуры специальных упражнений с такой же структурой соответствующих элементов развиваемого навыка. В процессе управления это используется таким образом, чтобы коли-



ческие параметры желаемого двигательного навыка служили тренеру своеобразной моделью при построении специальных упражнений. В этом случае систематическое их применение позволяет приблизить занимающихся к реальным условиям проявления двигательной активности в спортивных соревнованиях.

Как наиболее информативные показатели технической подготовленности гребцов высокой квалификации были определены следующие параметры: время гребного цикла, время опорной фазы, темп и ритм гребка, максимальное и среднее усилие в гребном цикле на рукоятке весла, импульс силы, градиент силы, амплитуда проводки, скорость перемещения рукоятки весла и общего центра масс тела спортсмена, эффективность затрачиваемых усилий.

Высокая значимость указанных параметров для оценки качества движений, выполняемых гребцом, отмечается многими специалистами (В.В. Моржевилов, 1972; А.П. Трачук, В.В. Монахов, 1977; И.Ф. Емчук и др., 1978; А.М. Шведов, 1980; В.Б. Иссурин, 1986; Р.С. Вершинский, Н.А. Якунин, 1986).

Наряду с перечисленными биомеханическими параметрами деятельности гребцов контролировалась частота сердечных сокращений, позволяющая получить представление о функционировании важнейших систем организма во время выполнения спортсменами предлагаемых им объемов работы, а также делать косвенное заключение о её экономичности.

На основании разработанной структурной схемы был создан измерительно-информационный стенд (рис. 1), состоящий из следующих элементов: 1 - механическая модель спортивной лодки; 2 - комплекс датчиков, снимающих и передающих информацию о биомеханических характеристиках движений; 3 - усилительное устройство, обеспечивающее требуемый уровень сигналов, поступающих для обработки в вычислительное устройство; 4 - коммутатор подключения соответствующих датчиков на вход аналого-цифрового преобразователя; 5 - микропроцессор, выполняющий логические и арифметические операции, предусмотренные программой, заложеной в оперативную память запоминающего устройства; 6 - запоминающее устройство; 7 - цифropечатающее устройство; 8 - дисплей.

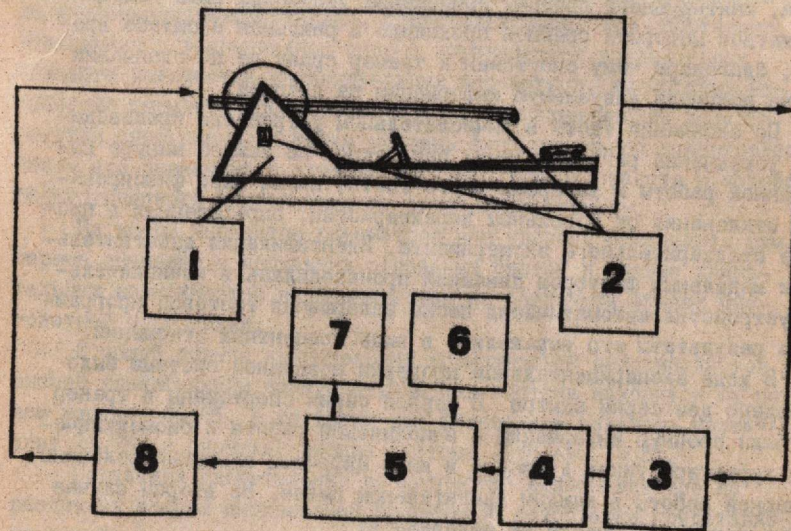


Рис. 1. Блок-схема измерительно-информационного стенда для оценки спортивно-технической подготовленности в гребле.

В качестве механической модели спортивной лодки использовался стандартный гребной тренажер-эргометр "Улитка". Установленные на рукоятке и диске-маховике тренажера тензометрический, гониометрический и акселерометрический датчики позволяли получать исходную информацию для определения вышеуказанных производных биомеханических параметров двигательной деятельности гребцов.

Методика определения уровня спортивно-технической подготовленности гребцов включала в себя педагогическое тестирование, результаты которого рассматривались как интегральные показатели специальной подготовленности в академической гребле. Время каждого теста соответствовало продолжительности преодоления соревновательной дистанции (у мужчин - 6 минут).



В лабораторном эксперименте приняли участие 24 мастера спорта по академической гребле.

Программа обработки поступающей от датчиков информации, записанная в оперативной памяти вычислительного устройства, начинала действовать после выполнения каждого двигательного цикла, имитирующего гребок. Вычисление указанных выше ведущих параметров моторики гребцов проходило в реальном масштабе времени, благодаря чему спортсмен и тренер сразу же по окончании гребка получали визуальную информацию на дисплее.

По окончании теста в вычислительном устройстве производилось усреднение регистрируемых параметров по каждой минуте выполненной работы и за время всего теста, после чего фиксировались отклонения от модельных характеристик, определенных в процессе предварительного эксперимента. Идентификация действительных и модельных факторов движений производилась в вычислительном устройстве автоматически после завершения тестовой программы, а результаты его выражались в виде процентных отношений.

В ходе экспериментальной проверки созданной системы было проведено две серии опытов. В первой серии спортсмены и тренер получали срочную информацию о выполняемой работе и биомеханических характеристиках движений в виде цифровых значений величины суммарной работы в каждом двигательном цикле. Во втором случае гребцу такая информация не подавалась.

Анализ работоспособности гребцов в течение 6-минутного теста показал, что достоверность различия измеряемых параметров в первой и второй сериях опытов достаточно высока и варьирует в пределах от  $t = 3,5$  до  $t = 4,2$  при  $P > 0,95$ .

Получение протокола, содержащего дополнительную информацию, позволяет оптимизировать процесс управления спортивно-технической подготовкой гребцов-академистов на основе оценки эффективности освоения ими двигательных навыков по критерию количества отклонений от двигательного задания в виде модельных характеристик, допускаемых спортсменом во время выполнения специфической нагрузки.

Использование предложенных средств управления совершенствованием технического уровня спортсменов даёт возможность регистрировать труднодоступные для восприятия человеком характеристики двигательных проявлений в достоверных количественных величинах,

определять оптимальные соотношения между ними, отражающие эффективность прилагаемых спортсменом усилий. При этом сводится к минимуму субъективность оценки тренером отдельных биомеханических характеристик движений спортсменов.

Данные, полученные в исследованиях, объектом которых были велосипедисты-шоссейники, свидетельствуют, что спортивные достижения в велосипедном спорте определяются воздействием большого количества индивидуальных параметров, из которых необходимо выделить соматометрические, биомеханические характеристики спортсмена, а также уровень функциональной подготовленности его организма и влияние соответствующих средств и методов педагогического воздействия на спортивную технику.

Из всего множества параметров нам удалось определить суммарное значение в процентах отдельных систем в оценке двигательных возможностей велосипедистов на различных этапах многолетней подготовки.

В общей оценке двигательных возможностей велосипедистов высшей квалификации соматометрическая система находится на первом месте - 46,6%, в то время как физическое развитие составляет 29,7%, а биомеханическая система - только 19,6%.

Структура двигательных возможностей велосипедистов на различных этапах многолетней спортивной подготовки представлена в табл.1.

Таблица 1

Системы	Спортивная квалификация велосипедистов				
	мастера спорта международного класса	мастера спорта	кандидаты в мастера спорта	спортсмены первого разряда	спортсмены второго разряда
Соматометрическая	46,6	28,5	23,0	33,7	35,3
Физического развития	29,7	3,7	6,7	25,8	11,1
Биомеханическая	19,6	23,4	39,7	17,6	12,6
Педагогического воздействия	9,1	44,4	30,6	23,5	41

Таким образом, значимость вклада показателей, характеризующих различные системы организма в общей структуре двигательных возможностей спортсменов, зависит от их спортивной подготовленности.