

82

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

На правах рукописи

КРАСНОВ

Евгений Алексеевич

**БИОМЕХАНИКА ГРЕБКА, ПОСТУПАТЕЛЬНОГО
ДВИЖЕНИЯ ЛОДКИ И ОЦЕНКА ТЕХНИКИ
ДВИЖЕНИЙ В ГРЕБЛЕ НА БАЙДАРКАХ**

13.00.04 — Теория и методика физического воспитания
и спортивной тренировки (включая методику
лечебной физкультуры)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Москва

1982

171777

82

Работа выполнена в Ленинградском научно-исследовательском институте физической культуры.

Научный руководитель — кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник **Иссури В. Б.**

Официальные оппоненты:

доктор педагогических наук, профессор **Зацюрский В. М.**
кандидат педагогических наук **Озолин Н. Н.**

Ведущая организация — Волгоградский государственный институт физической культуры

Защита диссертации состоится « 6 » *апреля* 1983 г.
в *15.30* часов на заседании специализированного Совета К.046.01.01 Всесоюзного научно-исследовательского института физической культуры, Москва, ул. Казакова, 18.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан « 3 » *марта* 1983 г.

Ученый секретарь специализированного
Совета, кандидат педагогических наук,
старший научный сотрудник

Ю. И. Смирнов.

922

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Совершенствование технического мастерства гребцов-байдарочников является одним из основных факторов повышения спортивной результативности. Имеющиеся по этому вопросу знания нельзя признать достаточными: отсутствуют объективные данные о пространственном и динамическом построении гребка, противоречивы и недостаточны сведения о сопротивлении воды, препятствующем движению лодки. Между тем, изучение и разъяснение этих вопросов является непременным условием создания целостной теории гребли на байдарках и рационализации педагогического процесса. Все вышеизложенное обуславливает актуальность настоящей работы.

Гипотеза. Мы предполагали, что восполнение недостатка знаний о механизме гребка, поступательном движении лодки, противодействующем ему гидродинамическом сопротивлении, а также внешних признаках рационального движения спортсмена будет способствовать созданию целостной теории гребли на байдарках и адаптации ее основных положений применительно к педагогическому процессу технического совершенствования.

Цель и задачи исследования. Цель настоящей работы заключается в совершенствовании технического мастерства гребцов-байдарочников на основе изучения биомеханических закономерностей техники гребли.

В работе были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать пространственное и динамическое построение гребка и на этой основе разработать его оптимальный вариант.
2. Исследовать поступательное движение лодки и возникающее при этом гидродинамическое сопротивление.
3. Исследовать процесс технического совершенствования гребцов-байдарочников, разработать и апробировать систему дифференциально-суммарной оценки техники движений.

Научная новизна. Состоит:

— в комплексном изучении подводного пространственного и динамического векторного построения гребка, создании биомеханической модели гребка на байдарке, объяснении механизма гребка веслом;

— в установлении особенностей поступательной кинематики лодки, определении гидродинамического сопротивления, противодействующего ее движению и факторов, влияющих на его величину;

— в выявлении динамики показателей техники и их структуры на протяжении годичного цикла подготовки квалифицированных гребцов-байдарочников;

— в выявлении и систематизации внешних признаков рационального движения и разработке на этой основе системы дифференциально-суммарной оценки техники гребцов-байдарочников.

Практическая значимость. Заключается:

— в создании оптимальной пространственной и динамической модели гребка и ее внешних признаков;

— в разработке системы дифференциально-суммарной оценки техники гребли на байдарке, позволяющей осуществлять контроль технического мастерства гребцов и четко фиксировать возможные ошибки в движениях;

— в разработке и апробации комплекса корректирующих воздействий для исправления ошибок в технике гребли, основанных на осознанном выполнении гребка спортсменами, как ведущего технического элемента, использовании специальных средств, обеспечивающих избирательное воздействие и коррекцию дефектного элемента.

Методы исследования. В процессе работы были использованы следующие методы исследования:

— обзор и анализ литературы;

— педагогические наблюдения, в том числе, визуальные наблюдения, хронометрия, видеомагнитоскопия;

— педагогический эксперимент;

— лабораторный эксперимент: киноциклография, стробо- и стереофотоциклография, тензодинамография, механография, гидроспидография;

— нормативное обследование; стереофотоциклография, тензодинамография, видеомагнитоскопия;

— физическое моделирование;

— методы математической статистики и моделирования.

Структура диссертации. Диссертация изложена на 187 страницах и состоит из введения, пяти глав, выводов, библиографического указателя (176 наименований на русском и 68 на иностранных языках) и приложений. В тексте 24 таблицы и 22 рисунка.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Биомеханика гребка в гребле на байдарках

Изучение пространственного движения лопасти весла под водой методами стробо- и стереофотосъемки позволило впервые получить биомеханические характеристики этого процесса.

Установлено, что во время гребка лопасть перемещается по сложной криволинейной пространственной траектории, одновременно поворачиваясь вокруг своей продольной оси. При этом отмечены три момента изменения направления ее движения. Сообразно с этим произведено фазовое разделение гребка и анализ сил, возникающих на лопасти в каждой фазе (таблица 1).

На протяжении всего гребка лопасть взаимодействует с косонаправленными потоками воды. В краевых фазах сила упора лопасти (продольная составляющая равнодействующей) создается исключительно гидродинамической подъемной силой. В средних фазах сила упора создается совместным действием гидродинамической подъемной силы и лобового сопротивления. Характерной особенностью фаз захвата и извлечения является смещение лопасти вперед по ходу движения лодки. Эти фазы относительно кратковременны (38% времени всего гребка). Им свойственен относительно малый динамический эффект и невыгодное пространственное ориентирование лопасти весла. Фиксируемое в этих фазах смещение лопасти вперед компенсирует ее продольное соскальзывание в средних фазах. Поэтому фазы захвата и извлечения были определены, как **компенсационные**.

В фазах подтягивания и отталкивания достигается максимальный динамический эффект гребка, создаются условия оптимального пространственного ориентирования лопасти, им свойственна большая продолжительность (62% времени всего гребка). Исходя из этого, они определены, как **пропульсивные** (продвигающие).

Для получения дополнительных данных о силах, действующих на лопасть и выполнения сравнительного анализа характеристик лопастей различных типов были проведены их продувки в аэродинамической трубе. Установлено, что наибольший динамический эффект гребка достигается при углах атаки лопасти 45° и 140° . В диапазоне углов атаки $10-50^\circ$ и $140-170^\circ$ подъемная сила превалирует над силой лобового сопротивления, а в диапазоне углов $50-140^\circ$ больше сила сопротивления. Максимум подъемной силы реализуется при углах атаки лопасти $40-45^\circ$ и $140-145^\circ$, а силы лобового сопротивления при угле 90° . Сравнение различных типов ло-

Таблица 1

Основные характеристики, определяющие фазы подводной траектории лопасти

Название фазы	Направление движения лопасти	Углы атаки лопасти по краям (град)	Длительность фазы с ($n=20$) $M \pm \sigma$	Импульс силы кгс ($n=20$) $M \pm \sigma$	Средняя скорость лопасти в фазе, м/с
Захват	вперед-вниз-от лодки	25—40	$0,06 \pm 0,01$	$0,5 \pm 0,2$	3,10
Подтягивание	назад-вниз-от лодки	40—70	$0,21 \pm 0,03$	$3,4 \pm 0,5$	2,00
Оттапливание	назад-вверх-к лодке	70—130	$0,09 \pm 0,02$	$1,4 \pm 0,4$	1,90
Извлечение	вперед-вверх-к лодке	50—150	$0,12 \pm 0,02$	$0,8 \pm 0,3$	3,20

пастей между собой проводилось по силе нормальной к их поверхности. Максимальные значения нормальной силы свойственны лопасти весла «Лиминат». Его лопасть лучше противостоит отрыву потока и позволяет получить наивысший пропульсивный коэффициент в краевых фазах. Данный тип весла наиболее подходит для гребли на среднюю (1000 м) и длинную (10 000 м) дистанции. Весло «Струер» более специализировано для спринтерских дистанций и командной гребли, что объясняется несколько меньшими значениями нормальной силы в краевых фазах. Это позволяет выполнять их быстрее, и способствует повышению темпа гребли.

Лопасть весла «Каунас» уступает рассмотренным выше по всем характеристикам и во всем диапазоне углов атаки.

Результаты продувок позволили также рассчитать коэффициент силы упора в каждой точке траектории. Для четырех основных вариантов траекторного построения гребка, обнаруженных в результате исследования подводного движения лопасти, были рассчитаны средние значения коэффициента в каждой фазе (таблица 2). Кроме того, на их основе была определена модель траектории, при которой достигается максимальный динамический эффект гребка во всех фазах (таблица 2).

Таблица 2

Среднее значение коэффициента силы упора в различных траекториях

Тип траектории	Ф а з ы				За гребок
	захват	подтяги- вание	отталки- вание	извле- чение	
Каплевидная	0,907	1,426	0,936	0,639	0,977
Куполообразная	1,026	1,180	0,943	0,550	0,925
С затянутым захватом	0,525	1,293	0,953	0,588	0,841
С затянутым извлечением	0,855	1,346	1,028	0,739	0,992
Синтезированная модель	1,113	1,426	1,074	0,786	1,100

По сравнению с лучшей из представленных траекторий — с затянутым извлечением — динамический эффект гребка у модели возрастает на 10,9%. Кинематические характеристики синтезированной траектории были положены в основу модельных характеристик техники гребли.

Для выяснения особенностей изменения пространственного построения гребка при увеличении скорости лодки и различной квалификации спортсменов, а также для определения вариативности смещения лопасти в различных фазах гребка было проведено нормативное исследование 20 спортсменов различной квалификации. Выявлено, что вариативность смещения лопасти в пропульсивных фазах, в целом, ниже, чем в компенсационных. Повышение темпа гребли, необходимое для увеличения скорости лодки, сопровождается уменьшением величин смещения лопасти во всех фазах и по всем направлениям. На основании дискриминативного анализа показателей смещения лопасти было установлено, что гребок более квалифицированных спортсменов характеризуется меньшим смещением лопасти спереди-назад и в сторону от лодки.

Для выяснения влияния характера изменения усилия на лопасти на скорость лодки проводилось механико-математическое моделирование. Основой моделирования явилось уравнение поступательного движения лодки. Было исследовано 12 вариантов изменения усилия. Характер изменения усилия задавался в виде трапеций, треугольников и прямоугольника. Их площадь, то есть импульс силы, сохранялась постоянной. Эффективность вариантов оценивалась по величине результата, получаемого при моделировании прохождения дистанции 1000 м. Наиболее эффективным оказалось изменение усилия в виде трапеции с $t_n=0,10$ с (время нарастания усилия до максимального), $t_y=0,10$ с (время удержания усилия на уровне максимального), $t_c=0,30$ с (время снижения усилия до нуля). Варианты изменения усилия в виде треугольника с большим временем нарастания и малым временем снижения усилия, а также и прямоугольника наименее эффективны.

В результате исследования биомеханики гребка были установлены: особенности образования и изменения сил на лопасти весла, фазовый состав гребка и специализация фаз, эффективность различных вариантов пространственного построения гребка и изменения усилий на лопасти весла — это послужило основой для разработки системы оценки техники гребцов на байдарках.

Особенности поступательного движения лодки

Влияние различных вариантов движения лодки на преодолеваемое ею гидродинамическое сопротивление исследовалось в буксировочных испытаниях.

В первой серии экспериментов была установлена зависимость сопротивления от скорости движения лодки и веса спортсмена. Установлено, что изменение начального веса гребца (80 кг) на 10 кг (12%) вызывает изменение сопротив-

ления порядка 5% соответственно. Были определены величины изменений важнейшей гидродинамической характеристики лодки — коэффициента сопротивления. Его величина с увеличением скорости лодки сначала возрастает с 0,39 до 0,43 кгс²/м² при скорости 3,1—3,2 м/с, а затем снижается до исходного для байдарки-одиночки.

Для байдарки-двойки его величина с увеличением скорости возрастает с 0,52 до 0,57 кгс²/м² при скорости 3,8 м/с, а в дальнейшем снижается и стабилизируется на уровне 0,52 кгс²/м².

Наличие коэффициента сопротивления позволяет рассчитывать пропульсивную мощность, необходимую для движения с заданной скоростью и на этой основе лучше оценивать подготовленность спортсмена.

В отдельной серии буксировок было исследовано влияние покрытия корпуса лодки водорастворимым полимером для снижения сопротивления. Установлено, что это покрытие уменьшает сопротивление на 7—8% на суммарном отрезке 500—700 м и на 4—5% на суммарном отрезке 2 000 м. Исходя из этого, факт получения спортсменом, применившим полимерную смазку лодки, одностороннего преимущества в соревнованиях является очевидным. Эти данные послужили основанием для включения соответствующего ограничительного пункта в международные правила соревнований, утвержденные конгрессом JCF в Москве в 1980 г.

Во второй серии буксировочных испытаний было исследовано влияние возмущений, создаваемых рабочей деятельностью гребца, на сопротивление движению лодки. Возмущения моделировались сидящим в лодке спортсменом, создававшим килевую и бортовую качку лодки. Исследования показали, что большее влияние на сопротивление оказывает килевая качка, вызываемая наклоном туловища вперед до получения опоры лопастью в воде. Влияние бортовой качки существенно меньше. Первая увеличивает сопротивление до 13%, а вторая — до 8%. Отмеченные факты указывают на необходимость контроля за килевой и бортовой качкой лодки в процессе технического совершенствования гребцов-байдарочников.

Изменение технического мастерства гребцов-байдарочников на протяжении годового цикла подготовки

В естественном педагогическом эксперименте на протяжении сезона подготовки была изучена динамика показателей техники и их структура.

В эксперименте приняли участие две группы спортсменов высокой квалификации, одна из которых специализировалась, в основном, на дистанцию 500 м (9 человек), а другая на 1000 м (16 человек). Программа этапных обследований включала контрольное прохождение дистанций 500 и 1000 м соответственно для каждой группы. Во время контрольного прохождения регистрировался комплекс технических характеристик (таблица 3). В подготовительном периоде у спортсменов, специализирующихся на 500 м, наблюдаются большие отклики величин усилий, мощности и скорости хода лодки. По этим же показателям у спортсменов, специализирующихся на 1000 м, более выразительная динамика наблюдается между вторым и третьим обследованиями. На основании этого можно полагать, что совершенствование техники гребли и специальной подготовленности у спортсменов каждой группы происходит различными путями. Спортсменам, специализирующимся на 500 м свойственен более быстрый прирост специальной подготовленности и технических показателей в подготовительном периоде, в то время, как для специализирующихся на 1000 м характерен более выраженный прирост этих же качеств в соревновательном периоде. На этом основании можно утверждать, что интенсивное совершенствование скоростно-силовых характеристик техники предшествует повышению специальной выносливости. Это согласуется с теоретическими положениями спортивной педагогики и физиологии спорта.

Изучение структуры технической подготовленности на отдельных этапах исследовалось путем расчета коэффициентов корреляции между средней скоростью хода лодки на дистанции 1000 м с отдельными характеристиками техники.

Наиболее тесно связан со скоростью лодки темп гребли. Причем теснота этой связи возрастает от этапа к этапу и наиболее высокая среди остальных ($r=0,60$; $r=0,72$; $r=0,85$ соответственно этапам). Аналогичный характер взаимосвязи наблюдается у показателей времени опорного периода, времени нарастания усилия до 0,7 максимального, амплитуды проводки весла. У других характеристик: время безопорного периода, время снижения усилия до нуля, максимальное усилие, среднее усилие, мощность, равномерность хода лодки — теснота взаимосвязи понижается к концу подготовительного периода, а затем увеличивается в соревновательном. У третьих: время достижения максимального усилия, импульс силы — изменяется не только величина, но и направление связи (прямая — обратная).

Отмеченные явления в изменении корреляционной взаимосвязи указанных характеристик можно объяснить тем, что совершенствование технического мастерства гребцов-байда-

Таблица 3

Динамика основных параметров техники гребцов-байдарочников в годовичном цикле подготовки

Этапы объёма занятия	Средняя скорость м/с			Мощность, к/м/с			Темп, гр/мин			Максимальн. усиле, кг			Ритм времени безоп. времени спор- ной фазы			Равноде- ность х уда- лности, %		
	М	І	С	М	І	С	М	І	С	М	І	С	М	І	С	М	І	С
I. Начало под- готовительного	3,94	4,5	30,0	9,5	99,6	7,2	16,8	10,4	0,364	14,0	17,8	27,8						
II. Конец подго- товительного	4,06	2,8	35,2	11,3	101,2	5,2	19,0	9,2	0,374	13,3	9,0	20,2						
III. Соревнова- тельный	4,09	2,8	38,0	11,6	105,4	5,4	21,1	10,2	0,380	8,7	11,6	17,4						
I. Начало подго- товительного	3,77	3,7	27,5	14,0	91,5	5,2	15,6	8,2	0,395	15,7	19,5	18,4						
II. Конец подго- товительного	3,78	2,5	29,9	15,9	93,9	6,5	16,6	11,2	0,367	14,4	10,0	27,0						
III. Соревнова- тельный	4,02	3,1	34,6	10,6	101,8	6,8	19,0	8,8	0,390	13,3	11,2	11,3						

М — среднее значение; С — коэффициент вариации, %

500 м (9 человек)

1000 м (16 чел.)

рочников на протяжении годового цикла подготовки происходит в значительной мере индивидуально.

Результаты естественного педагогического эксперимента позволяют говорить о том, что в построении тренировочного процесса имеются резервы, связанные с текущей оценкой и более целенаправленной коррекцией техники гребли. Между тем, использованная в эксперименте методика многопараметрической регистрации движений для текущего контроля не предназначена. Это свидетельствует о необходимости разработки системы текущей оценки техники движений и ее внедрения в подготовку гребцов-байдарочников.

Разработка и апробация системы дифференциально-суммарной оценки техники движений гребцов-байдарочников

На основе проведенных биомеханических исследований была разработана система дифференциально-суммарной оценки техники движений гребцов-байдарочников. Основное назначение разработанной системы — текущая оценка технического мастерства спортсменов.

Основные положения системы заключаются в следующем:

— вся система движений рассматривается как совокупность отдельных подсистем (движение лодки, движение весла, рук, туловища);

— каждая подсистема описывается набором четко фиксируемых элементов движения, количество которых ограничивается возможностями вычленения их из целостного движения при прямом наблюдении или видеозаписи;

— для однозначной оценки фиксируется принадлежность каждого элемента движения к одному из трех состояний: норма, отклонение, ошибка, что соответствует трем, двум и одному баллу;

— каждое состояние элемента движения имеет четкое описание.

Благодаря этому, весь комплекс движений при гребле подразделяется на 25 элементов. А величина общей оценки этого комплекса изменяется от 25 баллов (нижняя граница) до 75 баллов (верхняя граница) в зависимости от уровня технического мастерства спортсмена.

Апробация разработанной системы в естественном педагогическом эксперименте на гребцах различной квалификации (72 чел.) показала, что общая оценка комплекса движений гребца-байдарочника находится в тесной взаимосвязи с результатом на дистанции 1000 м ($r=0,73$).

Исследование эффективности совершенствования технического мастерства гребцов-байдарочников с помощью разра-

бстанной системы оценки и корректирующих воздействий осуществлялось в педагогическом эксперименте. Эксперимент проводился с апреля по июль 1979 г., в нем участвовали 10 гребцов-байдарочников мастеров спорта СССР.

Программа эксперимента предусматривала проведение исходных, промежуточных и конечных контрольных испытаний на дистанции 1000 м.

Во время процесса тестирования методами видеоманитокопии и тензодинамографии фиксировался комплекс кинематических и динамических характеристик техники гребли.

Результаты исходных испытаний позволили выявить наиболее существенные дефекты в технике движений исследуемых спортсменов. По характеру дефектов спортсмены были объединены в 3 группы. В первую группу вошли спортсмены с ошибкой в фазе отталкивания, во вторую — в фазе захвата и в третью — в момент касания лопастью воды. Для каждой группы была разработана программа корректирующих воздействий. Их суть заключалась в комплексном воздействии на дефектные элементы техники. Использовались: демонстрация видеозаписи движений испытуемых, демонстрация правильного выполнения движения, объяснение причины и следствия ошибки, имитация правильных поз и положений весла на суше и при работе в гребном бассейне, гребля лопастью с большей площадью, гребля с отягощением лодки дополнительным грузом.

Контроль за процессом технического совершенствования испытуемых осуществлялся с помощью системы дифференциально-суммарной оценки.

В конце 6-недельного микроцикла проводились промежуточные контрольные испытания. По результатам этих испытаний осуществлялась дальнейшая коррекция тренировочного процесса.

В ходе педагогического эксперимента все спортсмены повысили уровень своего спортивно-технического мастерства. Отмечается достоверное увеличение средней скорости прохождения дистанции 1000 м (3,75 м/с в начале и 4,10 м/с в конце эксперимента), мощности (27,2 кгм/с и 32,4 кгм/с, соответственно), дифференциально-суммарной оценки техники (63,3 и 70,8 баллов, соответственно). Другие показатели также изменились, но их различия недостоверны. Необходимо подчеркнуть, что увеличение скорости, мощности и оценки техники было обеспечено, в первую очередь, исправлением дефектных элементов, на которые было сосредоточено педагогическое воздействие. Это доказывает целесообразность применения предложенной системы текущей оценки техники и действенность комплекса корректирующих воздействий.

Завершая настоящее исследование, необходимо подчеркнуть, что установление новых существенных биомеханических особенностей лопасти весла как движителя и ее пространственного движения, привлечение методов аэро- и гидродинамики, математико-механического моделирования — обусловили достижение главного итога работы — педагогического разъяснения техники гребли на байдарках и создали предпосылки для ее дальнейшего совершенствования.

ВЫВОДЫ

1. В результате исследования подводного движения лопасти весла установлены следующие принципиальные особенности построения гребка при гребле на байдарке:

— в процессе гребка лопасть движется по сложной пространственной траектории, взаимодействуя с косонаправленным водным потоком; вследствие этого обобщенная сила реакции на ней является результирующей лобового сопротивления и гидродинамической подъемной силы;

— оптимальное взаимодействие сил на лопасти обеспечивается при продольном ориентировании обобщенной силы реакции: такое ее положение реализуется в средних фазах гребка;

— смещение лопасти назад, фиксируемое в средних фазах гребка, компенсируется ее смещением вперед в крайних фазах, где сила упора создается исключительно подъемной силой;

— выделено четыре основных типа траектории движения лопасти: каплевидная, куполообразная, с затянутым захватом, с затянутым извлечением — специфика которых определяется их формой и характером движения лопасти.

2. Изменение направления движения лопасти в определенные моменты гребка и обусловленное этим изменение условий взаимодействия ее с водным потоком послужило основанием для фазового разделения гребка по его подводной траектории. Выделено четыре фазы: захват — движение лопасти происходит вперед-вниз-наружу; подтягивание — вниз-назад-наружу; отталкивание — вверх-назад-внутри; извлечение — вперед-вверх-внутри.

Максимальный продвигающий эффект лопасти создается в средних фазах (подтягивание и отталкивание), что позволяет определить их, как пропульсивные. Смещение лопасти вперед в крайних фазах (захват и извлечение) компенсирует ее продольное «сплывание» в средних фазах, обеспечивая выигрыш в пути, проходимом лодкой за один цикл гребка. Поэтому эти фазы определены, как компенсационные.

3. На основании биомеханического анализа и моделирования определены следующие основные характеристики оптимального гребка: угловое положение весла в момент касания воды (профильная плоскость) — 45° ; угловое положение весла в момент полного погружения лопасти — 60° ; угловое положение весла в момент начала извлечения лопасти — 130° ; отстояние мест погружения и извлечения лопасти $0,12-0,15$ м; угол атаки в пропульсивных фазах — $45-70^\circ$; угол атаки в компенсационных фазах — $30-40^\circ$.

Наиболее эффективным распределением усилия на лопасти во время гребка является вариант в форме трапеции, характеризующийся следующими величинами: $t_{п07}=0,07-0,08$ с; $t_{у07}=0,22-0,23$ с; $t_{с07}=0,21-0,10$ с. Наименее эффективными являются варианты с медленным нарастанием усилия и сосредоточением его максимума во второй половине гребка.

Принципиальные возможности оптимизации гребка создаются при:

- увеличении импульса силы гребка преимущественно за счет пропульсивных фаз без увеличения времени опоры;
- минимизации продольного «сплывания» лопасти;
- минимизации боковых и вертикальных составляющих сил на лопасти весла.

4. Сопоставительный анализ результатов аэродинамических испытаний различных моделей весла показал: весло «Лиминат» обладает наибольшими величинами коэффициента подъемной силы при углах атаки $10-50^\circ$, что обеспечивает более эффективное выполнение компенсационных фаз; весло «Струер» в указанных диапазонах углов атаки имеет меньшие значения данного коэффициента. В диапазоне углов атаки $55-90^\circ$ коэффициенты сил лобового сопротивления и подъемной практически одинаковы для этих весел. Весло «Каунас» имеет гораздо меньшие величины данных коэффициентов на всем диапазоне исследованных углов атаки. Указанные особенности определяют выбор той или иной модели весла, исходя из индивидуальных данных спортсмена и избранной дистанции.

5. В нормативном исследовании технической подготовленности гребцов было установлено:

- наибольшая вариативность свойственна величине продольного смещения лопасти в фазах захвата и извлечения;
- перестройка техники гребли при увеличении скорости характеризуется уменьшением смещения лопасти по всем направлениям, сокращением продолжительности опорного периода за счет, прежде всего, краевых фаз, увеличения градиентных характеристик усилия;
- сравнение пространственных параметров техники гребка более и менее квалифицированных спортсменов обнаружи-

вает у последних большее смещение лопасти спереди-назад и в сторону от лодки, что уменьшает эффективность гребка.

6. Поступательное движение лодки-байдарки реализуется при скоростях до 5 м/с и величинах гидродинамического сопротивления до 9,2 кг для одиночки и до 12,0 кг для двойки. Величина коэффициента сопротивления лодки варьирует в диапазоне 0,39—0,43 у одиночки и 0,52—0,57 у двойки. Максимум коэффициента сопротивления соответствует пику волнового сопротивления и реализуется при скорости 3,1 м/с для одиночки и 3,8 м/с для двойки.

7. Величина гидродинамического сопротивления лодки зависит от ее осадки, обусловленной весом спортсмена и инвентаря, а также от возмущений, создаваемых его рабочими движениями.

Установлено, что:

— в диапазоне веса системы «гребец-лодка» 70—90 кг изменение загрузки лодки на $\pm 12\%$ вызывает прибавку сопротивления на $\pm 5\%$;

— колебания лодки вокруг продольной оси (бортовая качка) и поперечной горизонтальной оси (килевая качка) увеличивают преодолеваемое сопротивление до 8,0 и 13%, соответственно.

8. На протяжении годового цикла подготовки отмечен различный характер изменения основных параметров технического мастерства как у спортсменов, специализирующихся на дистанции 500 и 1000 м, так и на отдельных этапах подготовки. У спортсменов, специализирующихся на 500 м в подготовительном периоде получены большие сдвиги, чем в соревновательном по данным усилий, мощности и средней скорости движения лодки. По этим же параметрам у спортсменов, специализирующихся на дистанцию 1000 м более выразительная динамика наблюдается в соревновательном периоде.

Динамика структуры технической подготовленности на протяжении годового цикла характеризуется возрастанием тесноты связи средней скорости движения лодки с показателями темпа и продолжительностью опорного периода. Связь ее с продолжительностью безопорного периода, усилиями, мощностью и равномерностью хода лодки ослабевает к концу подготовительного периода, а затем вновь возрастает в соревновательном периоде. Это необходимо учитывать при оценке информативности различных параметров техники на протяжении года.

9. Разработана и апробирована система дифференциально-суммарной оценки техники, которая включает оценку 25 элементов движения, объединенных в 4 подсистемы: «движение лодки», «движение весла», «движение рук», «движение туловища». Выявлено увеличение дифференциально-суммар-

ной оценки с ростом спортивной квалификации. Величина этой оценки достоверно связана со средней скоростью прохождения дистанции 1000 м ($r=0,73$).

10. В ходе педагогического эксперимента апробирован комплекс корректирующих воздействий основанный на:

- диагностике технической подготовленности с помощью системы дифференциально-суммарной оценки техники;
- оперативной регистрации и показа внешнего образа движений с помощью видеоманитоскопии;
- использовании для исправления ошибок имитационных упражнений;
- использовании средств избирательного воздействия (тренажеры, увеличенная лопасть, дополнительное отягощение лодки).

Эффективность данного комплекса подтверждена достоверными сдвигами параметров динамической и кинематической структуры гребка, показателей дифференциально-суммарной оценки техники и средней скорости хода лодки.

Работы, опубликованные по теме диссертации

1. Фотоциклографическое и гидродинамометрическое исследование движения лодки и весла в гребле на байдарках.— В кн.: Оптимизация структуры тренировочного процесса: Сб. научн. тр. ЛНИИФК, Л., 1977, с. 127—130.

2. Пространственное перемещение лопасти весла и фазовый состав подводной части гребка в гребле на байдарке.— В кн.: Научное обоснование средств и методов спортивной подготовки и массовых форм физической культуры: Сб. научн. тр. ЛНИИФК, Л., 1978, с. 85—88.

3. Подводная кинематика лопасти весла при гребле на байдарке.— В кн.: Методика и техника подготовки гребцов: Сб. научн. тр. ЛНИИФК, Л., 1978, с. 119—123.

В соавторстве: Иссурин В. Б., Банных П. Г.

4. Изучение движения лодки и весла в гребле на байдарках.— В кн.: Управление процессом подготовки спортсменов: Материалы IV Всероссийской научно-методической конференции (г. Ленинград, 22—23 ноября 1977 г.), Л., 1978, с. 81—83.

В соавторстве: Иссурин В. Б., Глазков А. Б.

5. Подводно-надводная полихроматическая фотоциклография движения лодки и весла в гребле на байдарках.— В кн.: Электроника и спорт — V: Аннотированные материалы Всесоюзной научно-технической конференции (Москва, июнь 1978 г.), М., 1979, с. 115.

В соавторстве: Иссурин В. Б., Банных П. Г.

6. Подводное движение весла и силы, возникающие на его лопасти.— В кн.: Гребной спорт: Ежегодник, М.: Физкультура и спорт, 1979, с. 58—61.

В соавторстве: Иссурин В. Б., Разумов Г. Г.

7. Гидродинамические характеристики спортивных судов: эффект и допустимость использования водорастворимых полимерных покрытий для повышения скорости движения лодки.— Теория и практика физической культуры, 1980, № 6, с. 44—45.

В соавторстве: Иссурин В. Б., Иванюта Ю. Ф., Силаев А. П., Хомяков А. А.

8. О механизме весельного гребка.— Теория и практика физической культуры, 1980, № 9, с. 50—53.

В соавторстве: Иссурин В. Б., Разумов Г. Г.

9. Биогидромеханические исследования техники движений в водных видах спорта.— В кн.: Тезисы третьего направления «Биология, Биомеханика, Биохимия, Медицина, Физиология» Всемирного научного конгресса «Спорт в современном обществе» (Тбилиси—1980), М.: Физкультура и спорт, 1980, с. 216—217.

10. Гидродинамика гребка веслом в гребле на байдарках и каноэ.— В кн.: Управление процессом подготовки гребцов: Сб. научн. тр. ЛНИИФК, Л., 1980, с. 22—26.

В соавторстве: Иссурин В. Б., Бегак М. В., Разумов Г. Г.

11. Использование стереофотографии и тензометрии при анализе гидродинамики гребка веслом.— В кн.: Экспериментальные исследования нестационарных процессов в гидродинамике судна: Материалы по обмену опытом. Выпуск 340, Л.: Судостроение, 1981, с. 87—94.

В соавторстве: Бегак М. В., Иссурин В. Б., Разумов Г. Г.

12. Наиболее существенные компоненты техники гребли на байдарках и каноэ.— В кн.: Гребной спорт: Ежегодник, М.: Физкультура и спорт, 1981, с. 32—35.

В соавторстве: Иссурин В. Б., Разумов Г. Г., Саносян Х. А.

13. Биомеханическое моделирование техники гребли на байдарках и каноэ.— В кн.: Проблемы биомеханики спорта: Тез. докл. научн. конф., г. Каменец-Подольский, 1981, с. 44—45.

В соавторстве: Иссурин В. Б., Бегак М. В.

Материалы диссертации доложены:

1. На ежегодных научных конференциях ЛНИИФК, 1977 и 1978 гг.
2. На IV Всероссийской научно-методической конференции, 1977, Ленинград.
3. На Всесоюзном семинаре тренеров СССР, г. Вильнюс, 1978.
4. На семинаре тренеров ВДСО «Трудовые резервы», г. Каунас, 1979.
5. На XV Всесоюзной научно-технической конференции по экспериментальной гидромеханике судна, г. Севастополь, 1980.
6. На Всесоюзной научной конференции «Проблемы биомеханики спорта», г. Каменец-Подольский, 1981.

Сдано в набор 22.09.82. Подписано в печать 27.09.82.

Формат 60×90^{1/16}. Бумага типографская. Гарн. литерат. Печать высокая.
Печ. л. 1,0 Тираж 100 экз. Заказ 5835.

Межвузовская типография (1) СППО-2
Управления издательств, полиграфии
и книжной торговли Ленгорисполкома
193036, Ленинград, Московский вокзал, I платформа