

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ, СПОРТА И ТУРИЗМА»**

**НОВОЕ В СИСТЕМЕ СПОРТИВНОЙ
ПОДГОТОВКИ В ГРЕБЛЕ
НА БАЙДАРКАХ И КАНОЭ**

Выпуск 23

Научно-методическое пособие

**Краснодар
КГУФКСТ
2021**

УДК: 797.122(072)

ББК: 75.717.7я73

Н74

Печатается по решению редакционного совета
Кубанского государственного университета физической культуры,
спорта и туризма

Рецензенты: *А.А. Карнов*, кандидат педагогических наук, старший преподаватель кафедры теории и методики плавания, парусного и гребного спорта, Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, г. Краснодар;
С.Н. Лыфарь, Заслуженный тренер России, специалист по охране труда МБУ МОГК «ЦПСР № 4».

Авторы-составители: доктор педагогических наук, профессор *А.И. Погребной*
кандидат педагогических наук *И.О. Комлев*
переводчик: *Е.В. Литвишко*

Н74 **Новое в системе спортивной подготовки в гребле на байдарках и каноэ:** научно-методическое пособие / авт.-сост.: А.И. Погребной, И.О. Комлев, переводчик: Е.В. Литвишко. – Выпуск 23. – Краснодар: КГУФКСТ, 2021. – 76 с.

В научно-методическом пособии раскрываются приоритетные направления зарубежных исследований, касающиеся разработки новых методов анализа движений и тестирования гребцов, изучения специфики тренировочного процесса, соревновательной деятельности и медико-биологических факторов в гребле на байдарках и каноэ высокого класса.

Научно-методическое пособие содержит переведенные и научно отредактированные материалы зарубежной периодической печати, включающие таблицы, схемы и иллюстрации. Рекомендуются тренерам, специалистам по физической культуре и спорту, преподавателям, студентам, магистрантам и аспирантам вузов физической культуры.

УДК: 797.122(072)

ББК: 75.717.7я73

© КГУФКСТ, 2021

© Погребной А.И., Комлев И.О.,
составление, 2021

© Литвишко Е.В.,

перевод на русский язык, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	4
Введение.....	5
Гребля на байдарках и каноэ.....	6
Новые методы анализа движений и тестирования гребцов.....	6
Тренировка в гребле на байдарках и каноэ.....	27
Соревновательная деятельность гребцов.....	48
Медико-биологические факторы в гребле на байдарках и каноэ.....	58
Список использованных источников.....	74

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящих методических рекомендациях использованы результаты НИОКР «Разработка научно-методических материалов по различным аспектам подготовки спортсменов высокого класса по базовым видам спорта в Южном федеральном округе (по материалам зарубежной печати)», выполненной в соответствии с государственным заданием Министерства спорта Российской Федерации ФГБОУ ВО «Кубанскому государственному университету физической культуры, спорта и туризма» № 777-00010-21-00 на 2021 год.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение конкурентоспособности российского спорта на международной спортивной арене, как обозначено в «Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года», является одной из главных задач государственной политики в сфере физической культуры и спорта. При этом успешная реализация данного направления развития страны невозможна в условиях отсутствия знаний о передовых мировых тенденциях развития в спорте высших достижений. Поэтому в настоящее время на передний план в вопросах подготовки высококвалифицированных спортсменов выступает качественное информационное обеспечение организации и осуществления тренировочного процесса и соревновательной деятельности. При этом следует учитывать тот факт, что национальные информационные пространства в сфере спорта являются закрытыми для потенциальных конкурентов. Однако ценным источником соответствующей информации служат научные и методические публикации ведущих тренеров, ученых и специалистов, представленные в печатных и электронных ресурсах различных стран. В связи с этим актуальным является оперативный мониторинг публикуемых зарубежных научно-методических материалов, их аналитическая обработка, отбор, систематизация и высококвалифицированный перевод под редакцией опытных специалистов по видам спорта. Подготовленные на основании этого материалы позволят существенно повысить квалификацию тренеров спортивных сборных команд Российской Федерации и ближайшего резерва по видам спорта, что будет способствовать повышению результативности выступления отечественных спортсменов на крупнейших российских и международных соревнованиях.

ГРЕБЛЯ НА БАЙДАРКАХ И КАНОЭ

Гребля на байдарках представляет собой циклический вид спорта, в котором движение лодки обеспечивается всей кинетической цепью спортсмена. При этом в отличие от гребного спорта, где сила во время гребка передается корпусу лодки через уключину, в гребле на байдарках и каноэ – самым телом гребца через сидение и упор для ног. Поэтому каждый гребок создает механический момент, под действием которого лодка проявляет тенденцию к вращению, которое необходимо постоянно компенсировать движениями рук с веслом, корпуса и ног спортсмена при каждом гребке.

НОВЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ДВИЖЕНИЙ И ТЕСТИРОВАНИЯ ГРЕБЦОВ

Итальянские ученые V. Bonaiuto, G. Gatta, C. Romagnoli, P. Voatto, N. Lanotte, G. Annino (2020) [1] разработали новую аппаратную систему «e-Кауак» для регистрации кинематических и динамических показателей гребли на байдарках. Эта электронная измерительная система создана на базе DAQuino и имеет модульную архитектуру, состоящую из восьми подчиненных блоков, объединенных с управляющим блоком через беспроводное соединение ISM. Главный блок весом около 450 г осуществляет сбор и сохранение кинематических и динамических данных, получаемых от 9-осевого инерциального измерительного устройства, а также водонепроницаемых тензорезисторов, установленных в левой и правой сторонах рукоятки весла на расстоянии 53 см от концов лопастей и на упоре для ног (рисунок 1).

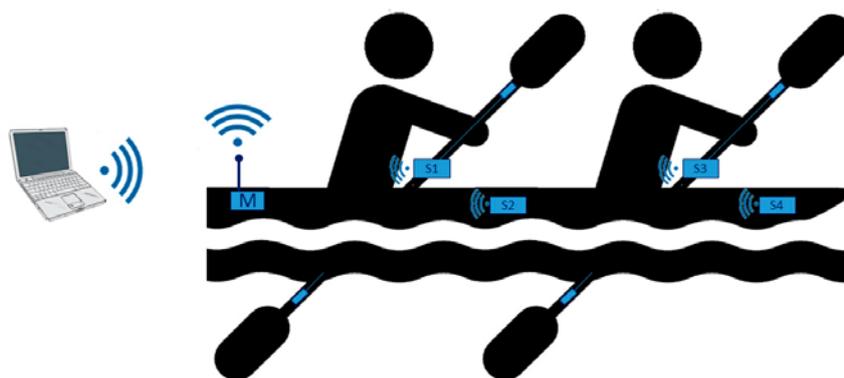


Рисунок 1. Конфигурация системы сбора данных для байдарки-двойки

В результате применения системы «e-Кауак» авторами получены синхронизированные данные о силе, прилагаемой гребцами к веслу, соответствующему ускорению и скорости лодки, позволяющие оценивать движения лодки с учетом возможного дисбаланса между левой и правой рукой (рисунки 2, 3).

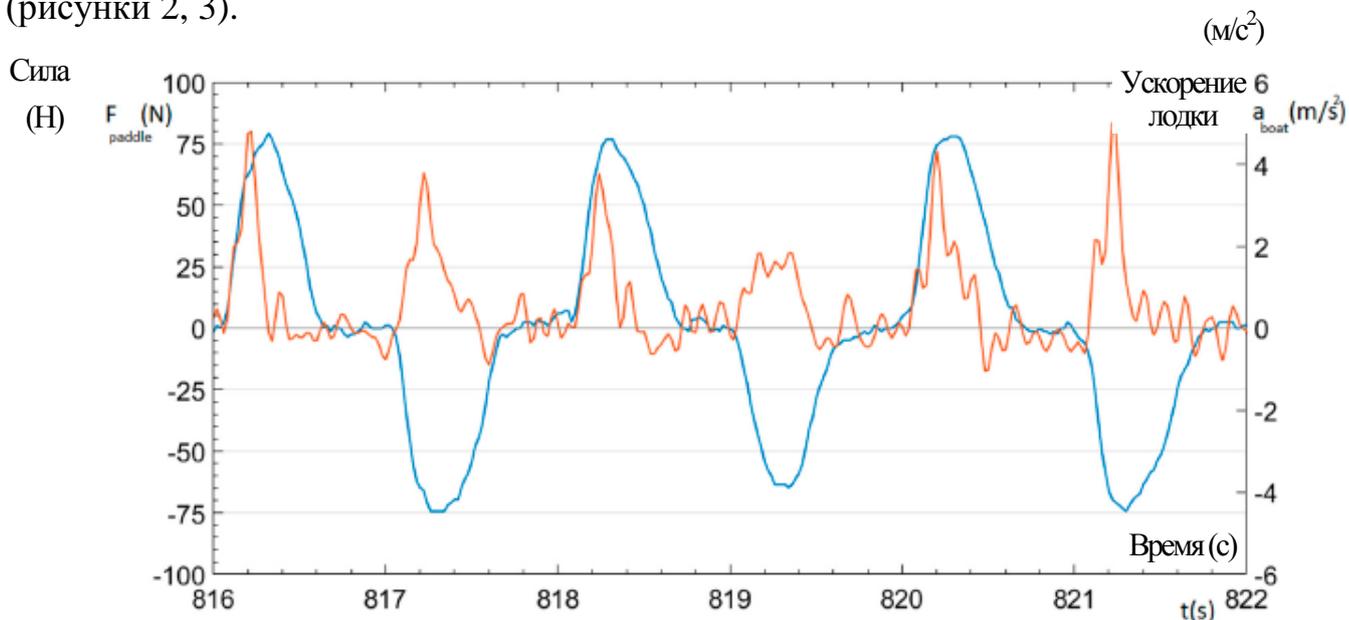


Рисунок 2. Синхронизированные графики ускорения лодки (светлый график) и силы, прилагаемой к веслу (темный график)

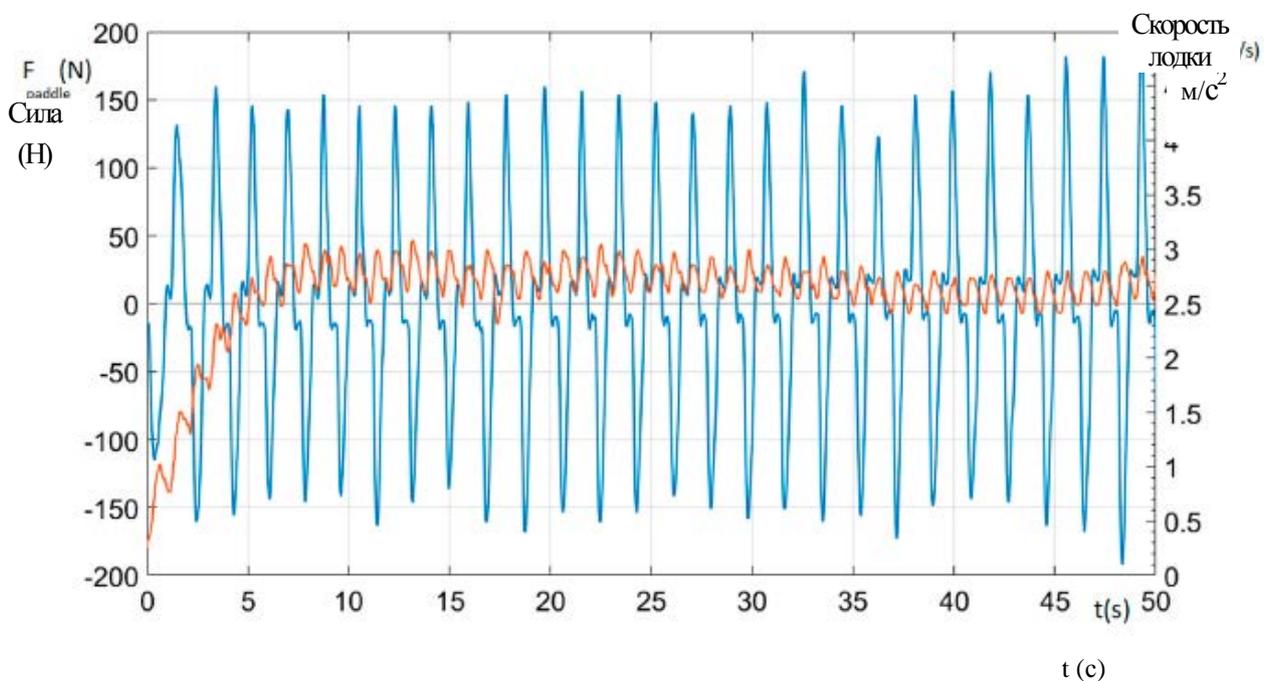


Рисунок 3. Синхронизированные графики скорости лодки (светлая линия) и силы, прилагаемой к веслу (темная линия)

Авторы указывают, что разработанная система обеспечивает качественную оценку эффективности техники гребли на байдарках в условиях тренировок на воде, а также, используя веб-страницу через беспроводную локальную сеть, позволяет осуществлять контроль параметров гребли в режиме обратной связи.

Одним из самых распространенных методов оценки эффективности техники гребли является видеоанализ, при этом существуют «слепые зоны» видеосъемки, ограничивающие наблюдение за всеми движениями спортсменов. Альтернативные методы предусматривают применение размещаемых на лодке регистрационных устройств, определяющих параметры движения весла и действующей на него силы. При этом получаемая информация характеризует только движение определенных элементов лодки и весла. Группа китайских ученых из лаборатории систем искусственного интеллекта Даляньского технологического университета L. Liu, S. Qiu, Z.L. Wang, J. Li, J.X.Wang (2020) [2] предложили метод кинематического анализа в гребле на каноэ, основанный на захвате движений с применением инерциальных измерительных устройств (IMU). Разработанная система захвата движения включает миниатюрные IMU (содержащие акселерометр, гироскоп и магнитомер), приемопередающий трансивер и персональный компьютер.

При этом IMU размещаются непосредственно на теле спортсмена, условно разделенном на 17 основных сегментов (рисунок 4). Связь между IMU и управляющим трансивером осуществляется через беспроводную сеть Lora. Как только IMU получают стартовый сигнал от управляющего трансивера, они регистрируют данные о гребцах и немедленно сохраняют их на автономной карте памяти.

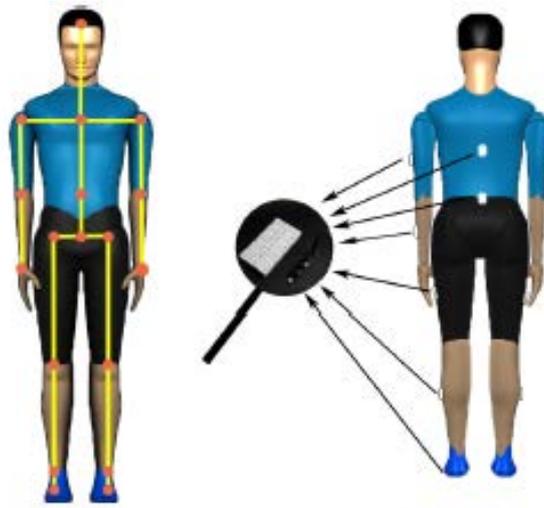
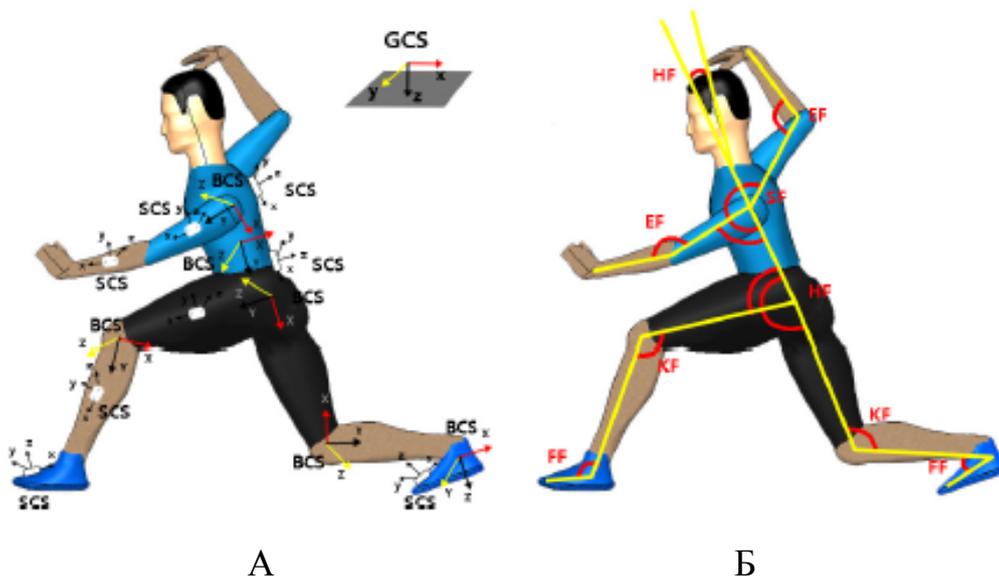


Рисунок 4. Модель сегментов человеческого тела и участки размещения IMU

С целью ориентации датчиков авторы использовали три системы координат: систему координат земли (GCS), в которой ось Y соответствует северу, и ось X соответствует востоку; сенсорную систему координат (SCS) IMU, размещенных на теле спортсмена; систему координат тела (BCS), где ось X перпендикулярна поверхности тела и направлена наружу, оси Y и Z являются ортометрическими по отношению к оси X . В основе данной системы лежит правило правой руки (рисунок 5 А). При этом для описания движений каноиста использована скелетная модель сегментов тела человека, в которой свободные движения предусмотрены в локтевых, коленных и голеностопных суставах (рисунок 5 Б).



GCS – система координат земли; SCS – сенсорная система координат; BCS – система координат тела; HF – угол наклона головы; SF – угол сгибания в плечевом суставе, HiF – угол сгибания в тазобедренном суставе; EF – угол сгибания в локтевом суставе, KF – угол сгибания в коленном суставе, FF – угол сгибания стопы

Рисунок 5. Определение систем координат (А)
и углов сгибания в суставах (Б)

Полученные на основе алгоритмов машинного обучения и применения матрицы данных изменения величины углов в локтевых и плечевых суставах результаты позволили авторам выявить существенные различия в показателях гребли у спортсменов различной квалификации (рисунки 6, 7). При этом у тренера отмечается более стабильная двигательная модель и результативность гребли. Несмотря на то, что амплитуда движений тренера и начинающего спортсмена при сгибании/разгибании как в локтевом, так и в плечевом суставе находится примерно на одинаковом уровне, угол сгибания в локтевом суставе у тренера выше, чем у начинающего спортсмена, а при сгибании/разгибании в плечевом суставе наблюдалась противоположная тенденция. Полученные авторами результаты продемонстрировали, что у начинающих спортсменов верхняя часть рук и плечи более активно задействуются во время гребли, что снижает равновесие и отрицательно сказывается на скорости лодки.

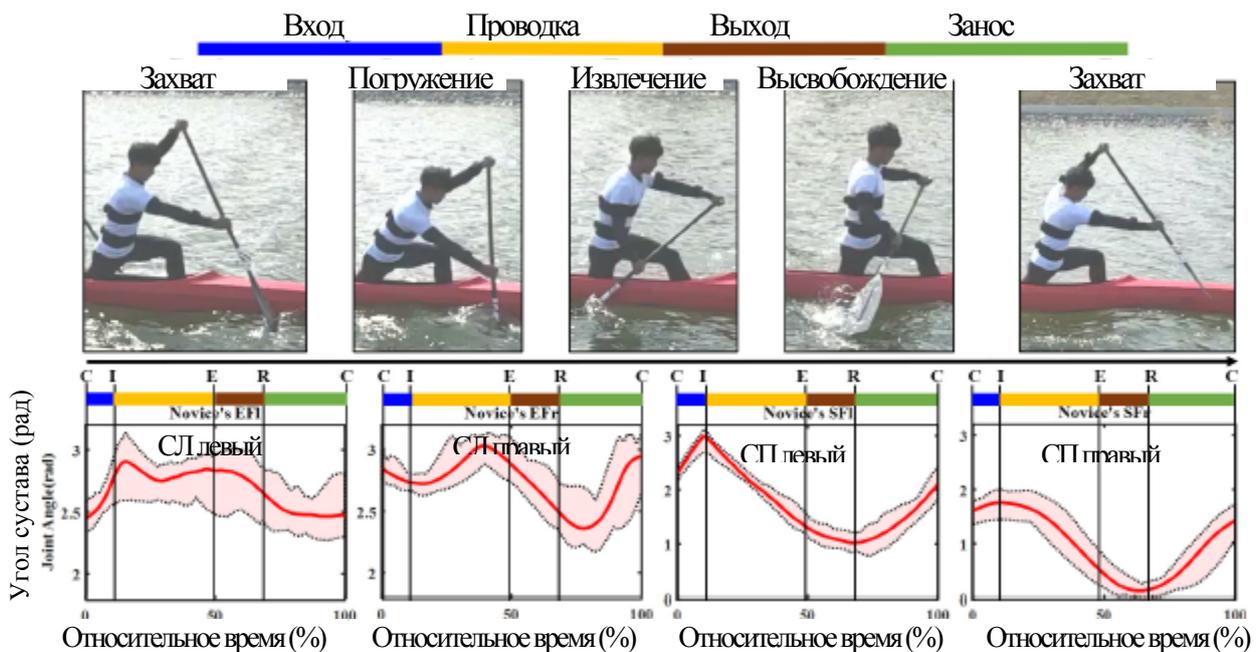


Рисунок 6. Изменение углов сгибания в локтевом (СЛ) и плечевом (СП) суставах с обеих сторон тела у начинающего спортсмена

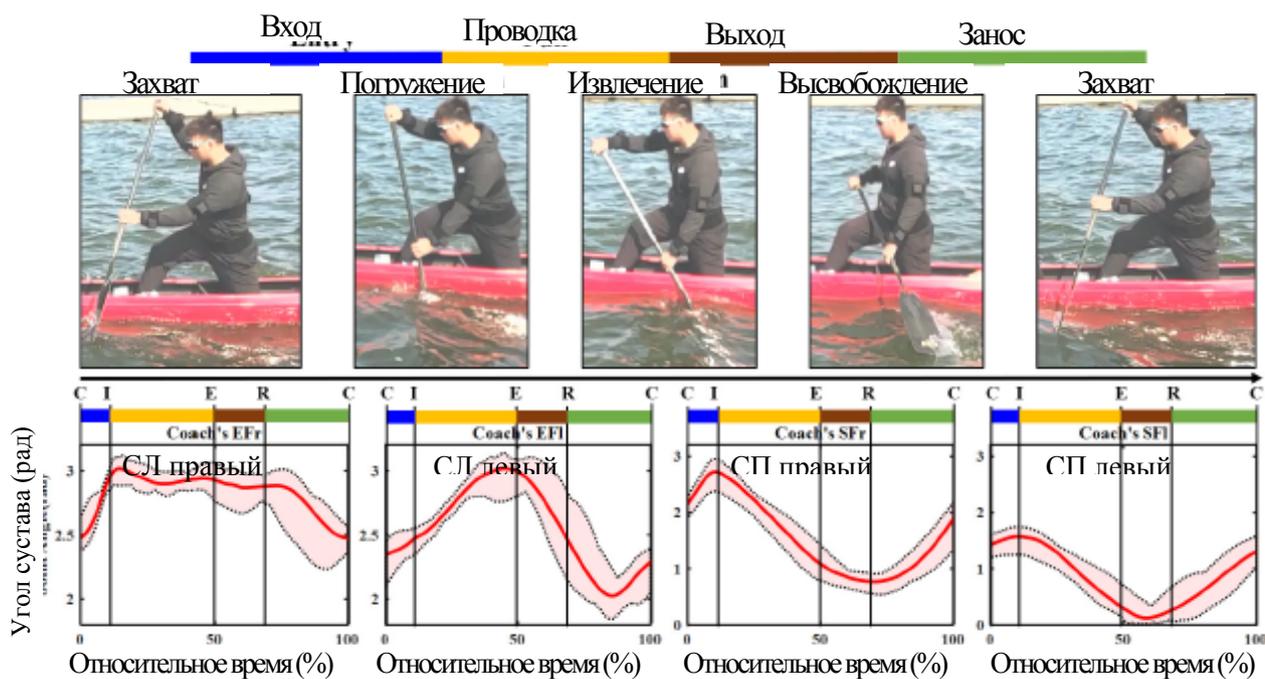


Рисунок 7. Изменение углов сгибания в локтевом (СЛ) и плечевом (СП) суставах с обеих сторон тела у тренера

Разработанная авторами система позволяет отслеживать действия гребцов с более высокой точностью по сравнению с оптической системой захвата движений. Применение инерциальной системы захвата движений делает возможным не только проведение анализа качества гребков, но и получение дополнительной статистической информации, позволяющей выявлять различия между спортсменами различной квалификации.

Китайские исследователи L. Liu, H.-H. Wang, S. Qiu, Y.-C. Zhang, Z.-D. Нао (2021) [3] в рамках продолжения предыдущей работы представили метод реконструкции и анализа движений байдарочников на основе использования инерциальных измерительных устройств (IMU). Основу метода составляет система отслеживания движений, состоящая из нескольких миниатюрных инерциальных измерительных устройств, трансивера и набора самостоятельно разработанных компьютерных программ. В состав каждого инерциального измерительного устройства входят: трехосевой акселерометр, трехосевой гироскоп и трехосевой магнетометр, позволяющие получать данные об ускорении, угловой скорости и интенсивности магнитного поля в трехмерном пространстве. Процесс захвата движений IMU контролируется сигналом LoRa с компьютера.

Всего на гребце закреплялось 10 сенсорных IMU, из которых 6 датчиков применялось для захвата движения верхней части тела (рисунок 8). Это позволяет регистрировать изменения величины углов в суставах на основе значения углов между векторами смежных сегментов тела (рисунок 9).

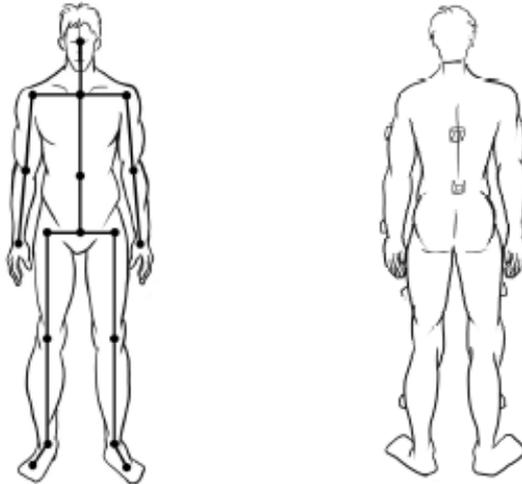
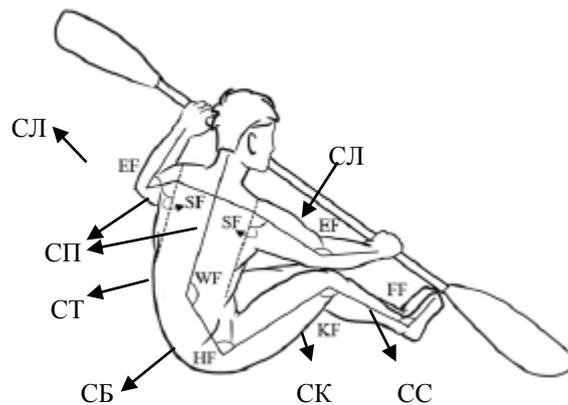


Рисунок 8. Схема размещения IMU на сегментах тела гребца

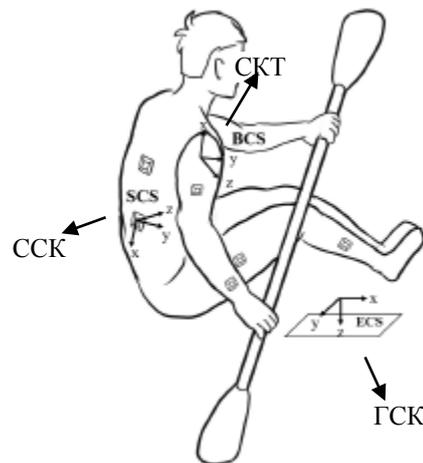


СТ – угол сгибания талии; СБ – угол сгибания бедра; СП – угол сгибания плеча; СЛ – угол сгибания локтя; СК – угол сгибания колена; СС – угол сгибания стопы

Рисунок 9. Определение углов суставов

Предлагаемая система захвата движений содержит три системы координат. При этом сигнал от датчика возвращается в рамках системы локальных координат IMU, размещенных на спортсмене (сенсорная система координат (ССК)). При этом наблюдения за движениями осуществляются в географической системе координат (ГСК). Траектории движения каждого сегмента тела и сустава определяются относительно ГСК, а не системы

координат тела (СКТ) (рисунок 10). Поэтому все полученные от инерциальных датчиков временные ряды данных преобразуются из ССК в ГСК с применением матрицы вращения. При этом разработанная авторами инерциальная системы захвата движения позволяет захватывать все детали движения, по сравнению с использованием визуального метода (рисунок 11).



ГСК – географическая система координат, СКТ – система координат тела;
ССК – сенсорная система координат

Рисунок 10. Системы координат при отслеживании движений гребца

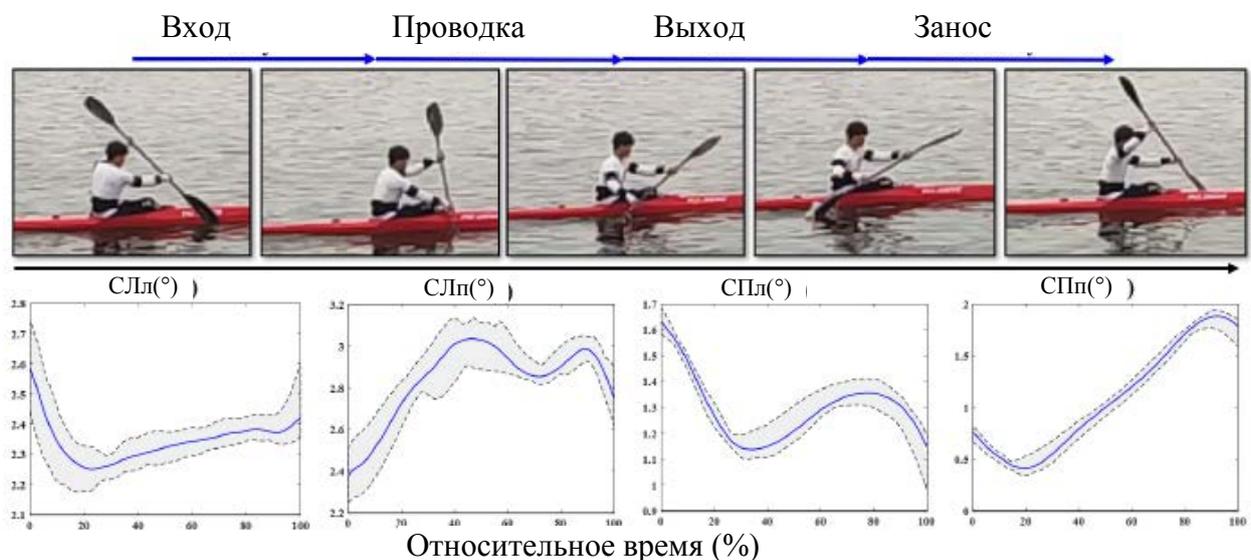


Рисунок 11. Результат реконструкции с применением инерциальной системы захвата движения

Полученные авторами данные свидетельствуют, что во время гребка с левой и правой стороны, гребцы стараются выполнять одинаковые движения конечностями при сохранении равных величин углов сгибания/разгибания в суставах (рисунки 12, 13). При этом углы локтевого и плечевого суставов при выполнении правостороннего гребка занимают положение, противоположное соответствующим движениям конечностей при выполнении гребка с левой

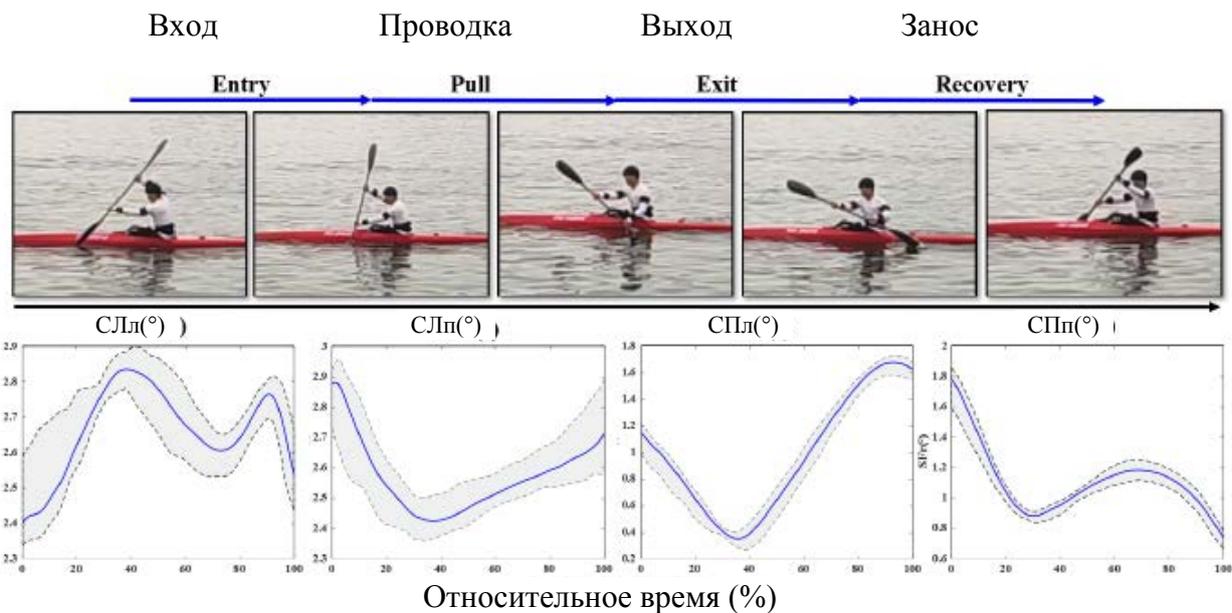
стороны. Во время гребка локтевой сустав тяговой (внешней) руки находится в положении разгибания при одновременном сгибании в плечевом суставе, когда гребец старается ввести лопасть весла в воду как можно дальше в направлении движения лодки.

Также установлено, что показатели среднего, минимального и максимального значений угла сгибания локтевого сустава значительно превышают таковые для плечевого сустава, а амплитуда движений в плечевом суставе намного больше, чем у локтевого сустава. Максимальная величина угла плечевого сустава доминантной конечности во время цикла гребка составляет примерно 80%. Пик разгибания в плечевом суставе достигается во время движения отводящих мышц во время фазы восстановления цикла гребка. При этом авторы отмечают, что идеальный гребок должен отличаться симметрией движений с обеих сторон для обеспечения прямолинейного продвижения байдарки и равномерного распределения сил, действующих на тело гребца.



СЛл – угол сгибания левого локтя; СЛп – угол сгибания правого локтя; СПл – угол сгибания левого плеча; СПп – угол сгибания правого плеча

Рисунок 12. Кривые изменения углов локтевого и плечевого суставов во время правостороннего цикла гребка



СЛл – угол сгибания левого локтя; СЛп – угол сгибания правого локтя;
 СПл – угол сгибания левого плеча; СПп – угол сгибания правого плеча

Рисунок 13. Кривые изменения углов локтевого и плечевого суставов во время левостороннего цикла гребка

Также авторы указывают, что показатели изменения углов в плечевых и локтевых суставах могут использоваться в качестве индикаторов уровня квалификации, при этом в отличие от новичков элитные гребцы обладают почти совершенной симметрией право- и левостороннего двигательного паттернов при выполнении цикла гребка.

В результате автоматизированного прогнозирования фаз движений спортсменов во время гребли на основе алгоритмов машинного обучения с применением матрицы признаков вейвлет-рассеяния авторами были получены детальные данные о продолжительности каждой фазы и подфазы гребка байдарочников (таблица 1). При этом было установлено соотношение продолжительности разных фаз выполнения гребков с обеих сторон (рисунок 14), которое составляло между пропульсивной фазой и восстановлением приблизительно 60%.

Таблица 1 – Продолжительность подфаз во время цикла гребка

Среднее ± СО (мс)	Левая сторона				Правая сторона			
	Вход	Проводка	Выход	Занос	Вход	Проводка	Выход	Занос
Субъект 1	124 ± 13	396 ± 28	116 ± 15	388 ± 22	144 ± 15	299 ± 23	95 ± 16	371 ± 28
Субъект 2	120 ± 14	414 ± 14	118 ± 17	385 ± 24	152 ± 14	301 ± 22	100 ± 14	385 ± 32
Субъект 3	121 ± 6	354 ± 19	86 ± 12	319 ± 18	129 ± 10	297 ± 16	96 ± 12	337 ± 14
Субъект 4	132 ± 8	369 ± 17	96 ± 11	328 ± 22	131 ± 9	300 ± 16	96 ± 9	343 ± 15
Субъект 5	131 ± 10	435 ± 32	105 ± 13	370 ± 19	133 ± 7	333 ± 20	101 ± 12	405 ± 22
Субъект 6	127 ± 9	428 ± 27	103 ± 14	361 ± 21	127 ± 9	340 ± 23	91 ± 18	393 ± 26



Рисунок 14. Соотношение продолжительности разных фаз к общему времени цикла гребка

Авторы подчеркивают важную роль амплитуды движений конечностей в обеспечении правильной техники гребли и предотвращении травматизма, а также продолжительности разных фаз гребка, которая служит важным показателем уровня конкурентоспособности спортсменов. Кинематический анализ данных с использованием разработанной авторами инерциальной системы захвата движения на воде, позволяет осуществлять оперативный мониторинг и эффективную подготовку гребцов в гребле на байдарках и каноэ.

Ученые из Великобритании J.M. Schofield, D.R. Mullineaux, D. Taylor, A.P. Willmott (2018) [4] изучили средства экспресс диагностики времени цикла двойного гребка высококвалифицированных байдарочников. Для этого авторы сопоставили и проанализировали следующие методы: видеоанализ (высокоскоростная видеокамера); акселерометрия; динамометрия (тензодатчик на ножном упоре); инерциальный анализ (инерциальное измерительное

устройство, размещенное в центре ручки весла с помощью многоразового клейкого фиксатора. При этом оценивались: время между погружениями весла с одной и той же стороны, ускорение лодки, сила давления ног на ножной упор, угловая скорость и ускорение весла.

Авторы указывают, расчет времени цикла двойного гребка на основе измерений пиковой силы на ножном упоре, ускорения и угловой скорости весла обеспечивают достаточную надежность, сопоставимую с методами видеоанализа основных компонентов гребка и измерения продольного ускорения корпуса байдарки. Однако гребки, выполняемые в начале тестов, во многих случаях не могут быть включены в сравнительный анализ цикла двойного гребка с применением предлагаемых методов или должны быть проанализированы отдельно. При этом авторы отмечают, что показатель пиковой силы на ножном упоре является единственным параметром, который продемонстрировал высокий уровень надежности получаемых данных, что свидетельствует о его важности в гребле на байдарках.

Сила, возникающая в результате движений верхних конечностей и туловища гребца во время гребли, передается лодке только через упор для ног, заставляя ее двигаться по воде. Ученые из Венгрии В. Kertészné Német, Т. Terebessy, G. Szőke, Z. Bejek (2021) [5] предложили метод изучения биомеханики движений высококвалифицированных гребцов-байдарочников основанный на анализе показателей силы ног. Для этого авторами разработан специальный упор для ног со встроенным динамометром для байдарочного тренажера, позволяющий регистрировать силы, прилагаемые левой и правой ногой гребца, по отдельности (рисунок 15). При этом на тело байдарочника, уже сидящего на байдарочном тренажере, также закрепляются светоотражающие маркеры системы 3D анализа Vicon, в которую заранее внесены антропометрические данные соответствующих сегментов тела байдарочников (рисунок 16), и электроды электромиографа (ЭМГ) на левой и правой широчайших мышцах спины, средней части дельтовидных мышц, больших грудных мышцах, двуглавых мышцах плеча, прямых мышцах бедра, двуглавых мышцах бедра и наружных косых мышцах живота.

Интенсивности нагрузки на байдарочном тренажере при гребле на дистанции 200 м соответствовала 80% максимальной ЧСС. Водные и воздушные фазы гребка регистрировались как встроенным компьютером байдарочного эргометра, так и системой 3D анализа Vicon. При этом длина гребка («шаг») определялась расстоянием, пройденным рукояткой (шафта) весла. Амплитуда движения в суставах записывались трехмерными камерами и рассчитывались системой Vicon.

Специальный упор для ног со
встроенным динамометром



Рисунок 15. Спортивный байдарочный тренажер Weba sports с упором для ног со встроенным динамометром

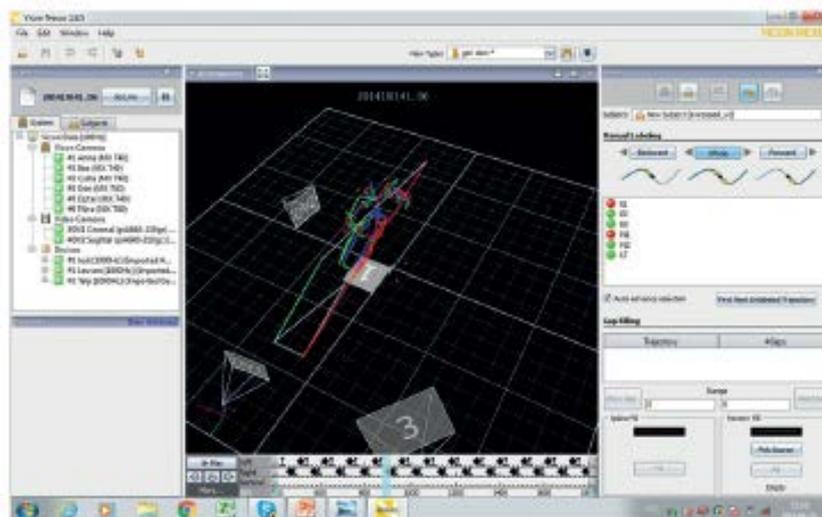


Рисунок 16. Трехмерное изображение сегментов тела во время гребли на байдарках на 200 м

В результате анализа полученных данных авторами выявлены различия показателей амплитуды движений в суставах конечностей и туловища,

активности участвующих в процессе гребли мышц между правой и левой сторонами тела (рисунки 17 и 18). Наиболее активными мышцами во время гребли на эргометре на дистанции 200 м были левая широчайшая мышца спины, левая и правая двуглавые мышцы плеча и левая и правая дельтовидные мышцы.

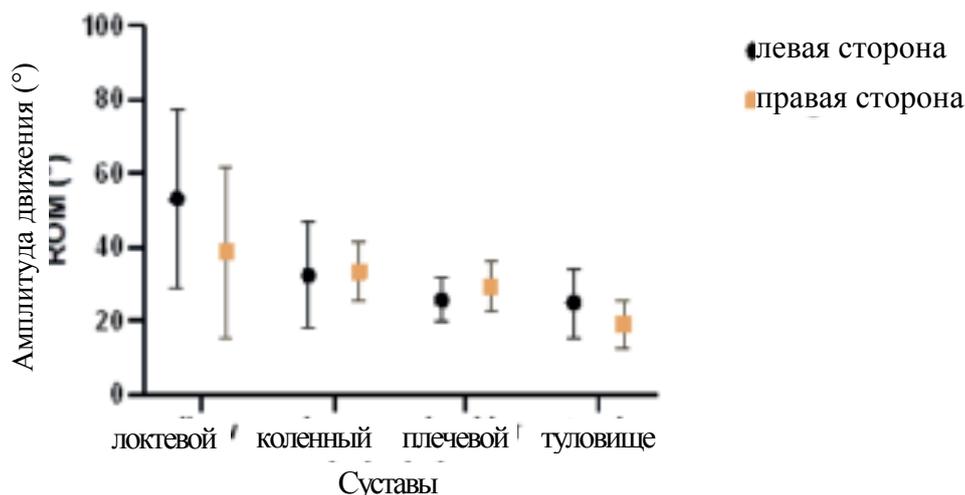
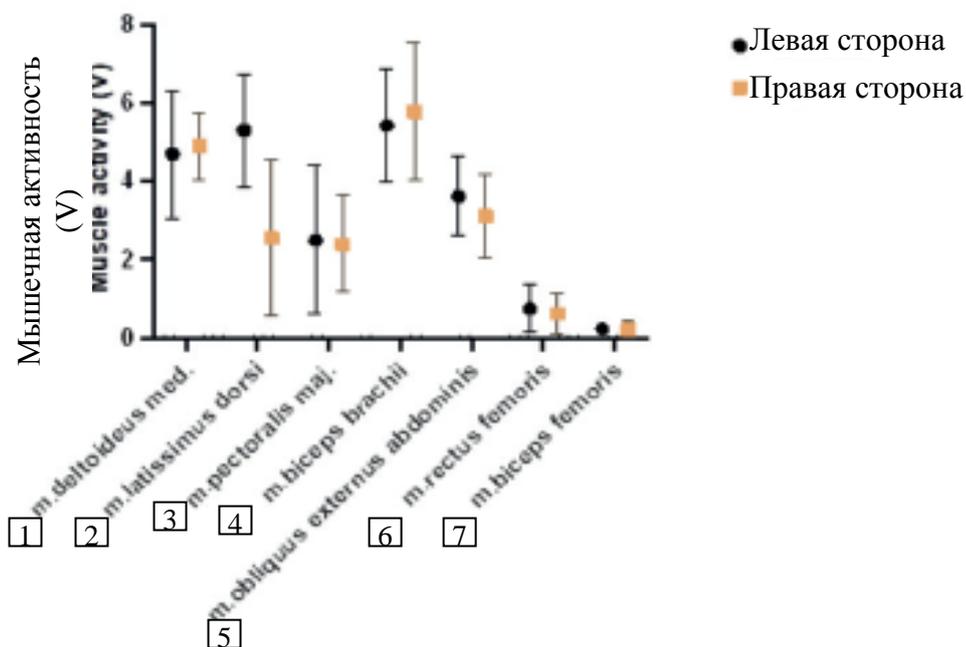


Рисунок 17. Показатели амплитуды движений в суставах верхних и нижних конечностей и туловище во время гребли на байдарочном эргометре на 200 м



1 – средняя часть дельтовидной мышцы; 2 – широчайшая мышца спины; 3 – большая грудная мышца; 4 – двуглавая мышца плеча; 5 – наружная косая мышца живота; 6 – прямая мышца бедра; 7 – двуглавая мышца бедра

Рисунок 18. Показатели мышечной активности во время гребли на байдарочном эргометре на 200 м

Как следствие чередующихся действий нижних конечностей во время гребли наблюдалось активное вращение туловища вправо и влево, а также интенсивная деятельность наружной косой мышцы живота. Эта деятельность мышц туловища и нижних конечностей при воздействии на упор для ног обеспечивает более симметричные циклические движения верхних конечностей. Между левой и правой сторонами тела также были выявлены различия показателей силы, прилагаемой к упору для ног (рисунок 19) и длины гребка (рисунок 20). При этом авторами установлена очень высокая линейная зависимость между силой ног и средней длиной гребка байдарочников, а также между длиной гребка и выходной мощностью (рисунок 21).

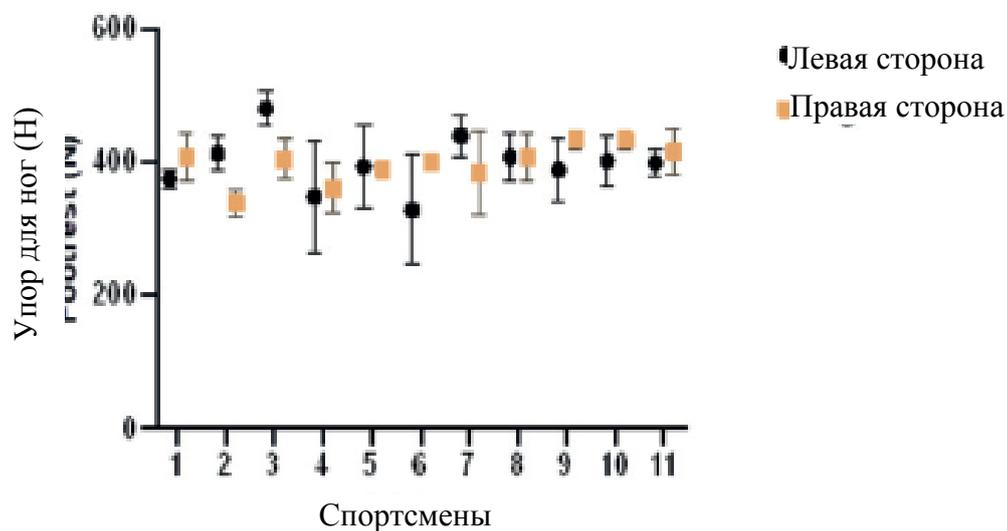


Рисунок 19. Показатели силы, прилагаемой к упору для ног во время гребли на байдарочном эргометре на 200 м

Отмечая, что асимметричные движения оказывают влияние на технику гребли и выходную мощность, авторы рекомендуют использовать разработанный метод для получения обратной связи и оперативной коррекции асимметричности движений гребцов во время тренировок и подготовки к соревнованиям.

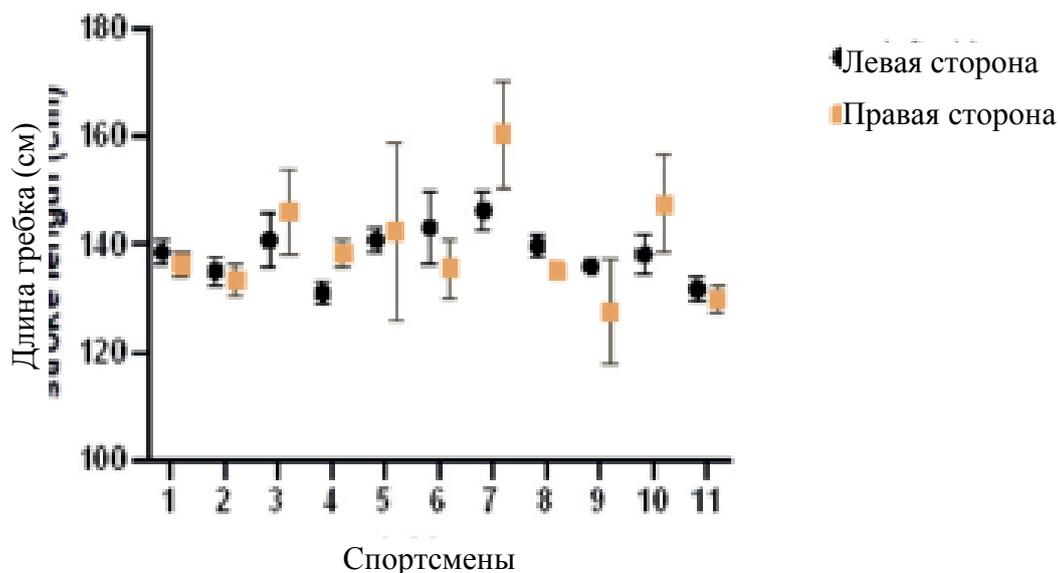


Рисунок 20. Показатели длины гребка во время гребли на байдарочном эргометре на 200 м

При этом визуализация данных силовых характеристик и мышечной деятельности спортсменов на гребном тренажере обеспечит правильную технику во время гребли на воде.

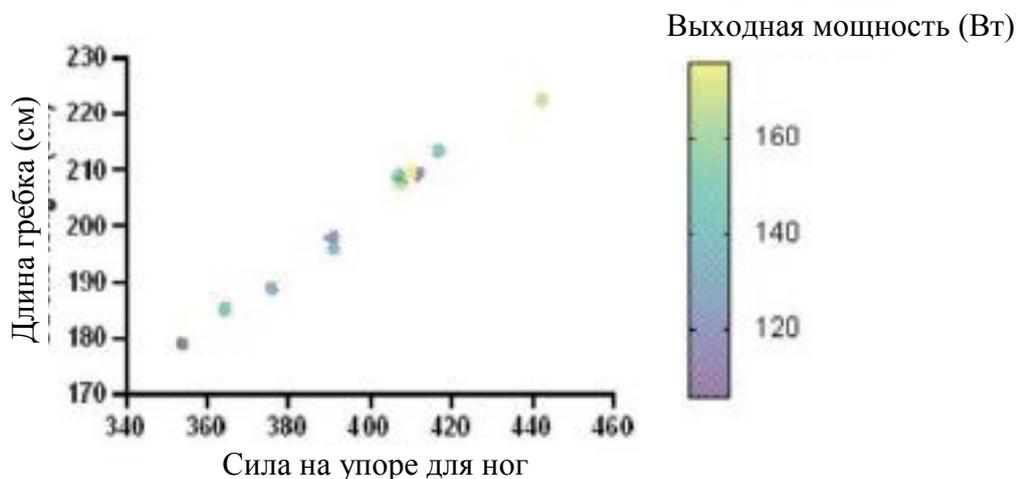


Рисунок 21. Взаимосвязь между средними показателями прилагаемой к упору для ног силы, длины гребка и выходной мощности во время гребли на байдарочном эргометре на 200

Реальные условия тренировочной и соревновательной деятельности гребцов на воде значительно отличаются от лабораторных, при этом результаты тестирования на стационарном гребном эргометре могут приводить к

потенциальной переоценке или к недооценке относительной интенсивности физических нагрузок. Австралийские ученые С.Е. Winchcombe, М. J. Binnie, М. М. Doyle, С. Hogan, Р. Peeling (2019) [6] провели сравнительный анализ надежности и достоверности оценки показателей работоспособности байдарочников во время максимального нагрузочного теста на воде (МНТ НВ) и в лабораторных условиях (МНТ ЛАБ). При этом лабораторное тестирование проводилось на стационарном байдарочном эргометре с пневматической тормозной системой, а тест на воде – с применением оснащенной измерительными приборами ручки весла Kayak Power Meter Pro. Максимальный нагрузочный тест включал 5-6 этапов 4-минутной работы при субмаксимальной физической нагрузке, которая увеличивалась на каждом этапе и соответствовала возрасту, полу и уровню подготовленности каждого спортсмена. После завершения субмаксимальной фазы теста, целью которой являлось преодоление спортсменами второго порога лактата ($ЛП_2$), выполнялся завершающий 4-минутный этап работы с максимальной интенсивностью нагрузки. Интенсивность работы на каждом этапе определялась показателями выходной мощности (ВМ) в ваттах. Между каждым 4-минутным этапом предусматривался 1-минутный период отдыха для определения лактата в крови (ЛаК) и оценки индивидуального восприятия нагрузки ОИВН (по 6-20-балльной шкале Борга). Во время тестирования на теле спортсмена закреплялись монитор сердечного ритма и метаболограф COSMED K5. Исходная рабочая нагрузка для лабораторного тестирования составляла 65 Вт для женщин и 80 Вт для мужчин, на каждом последующем этапе она увеличивались, соответственно, на 15 и 20 Вт. На первом этапе теста на воде для женщин устанавливалась рабочая нагрузка 85 Вт, для мужчин 100 Вт, и на каждом последующем этапе она увеличивались, соответственно, на 15 и 20 Вт. Данные байдарочного эргометра регистрировались специально разработанной компьютерной программой eMonitorPro 2, а на передней части байдарки устанавливался бортовой компьютер Garmin.

Полученные авторами данные свидетельствуют, что максимальный нагрузочный тест на воде обеспечивает получение надежных данных выходной

мощности, частоты гребков, а также и физиологических характеристик байдарочников. При этом выявлены различия с результатами лабораторного тестирования, обуславливающие получение более специфических сведений для оценки эффективности тренировок и текущего уровня работоспособности байдарочников в ходе тестирования на воде. Например, средние показатели выходной мощности при выполнении тестов на воде были значительно выше, чем в лабораторных условиях, на всех этапах тестирования за исключением последнего. При этом авторы отмечают, что на 7-ом этапе эргометр позволяет спортсмену выполнять максимальную работу, не акцентируя внимания на стабильности двигательных паттернов и технике, которые сохраняются при выполнении теста на воде. Выявленные различия показателей выходной мощности при лабораторном тестировании и тесте на воде во время гребли при определенных уровнях лактата, свидетельствуют о том, что зоны интенсивности, установленные на основе выходной мощности в лабораторных условиях, не могут быть автоматически перенесены в тренировки на воде. При этом, частота гребков (ЧГ) при первом и втором лактатных порогах (ЛП₁ и ЛП₂) была значительно выше в ходе лабораторного теста, поэтому использование показателей частота гребков ЧГ для определения зон интенсивности тренировочной нагрузки при заданных уровнях лактата во время гребли на воде может привести к переоценке интенсивности нагрузок.

Авторы рекомендуют использовать максимальный нагрузочный тест на воде для более точного определения зон интенсивности тренировок гребцов в естественных условиях водоема, что, в свою очередь, позволит тренерам более точно устанавливать и оценивать интенсивность тренировочных нагрузок для спортсменов и тем самым предотвращать перетренированность или недостаток нагрузок. При этом проведение лабораторного тестирования может эффективно применяться для оценки максимальных физиологических возможностей байдарочников в контролируемых условиях благодаря простой процедуре сбора данных.

Группа ученых из Португалии, Италии, Австралии и США A.B. Coelho, F.Y. Nakamura, M.C. Morgado, F. Alves, A. Di Baldassarre, A. Flatt, L. Rama

(2021) [7] проанализировали результаты биомеханических, физиологических показателей юных байдарочников, полученных в ходе проведения теста с постепенным увеличением нагрузки (ТПУН) и теста «гребля на дистанции 1000 м» (ТВ), выполняемых на байдарочном эргометре. Тест с постепенным увеличением нагрузки предусматривал исходную скорость гребли 8 км/ч, которая каждые 2 минуты повышалась на 1 км/ч, и выполнялся до отказа. Для каждого уровня интенсивности нагрузки рассчитывались максимальная аэробная мощность (МАМ), максимальная аэробная скорость (МАС), выходная мощность, частота гребков и расстояние за гребок. Определение вентиляционных порогов ($ВП_1$ и $ВП_2$) и максимального потребления кислорода осуществлялось при помощи спирометрической системы (Quark CPET). Тест «гребля на дистанции 1000 м» предусматривал симуляцию гребли на заданную дистанцию за как можно более короткое время, при этом для определения максимального потребления кислорода (МПК) использовалась та же газоаналитическая система (Quark CPET).

В результате анализа полученных данных авторами не выявлено различий между показателями уровня потребления кислорода ПК, расстояния за гребок и частоты гребков, полученными в ходе теста с постепенным увеличением нагрузки (ТПУН) и теста «гребля на дистанции 1000 м» (ТВ) (таблица 2). Эти результаты свидетельствуют, что кардиореспираторная подготовленность юных квалифицированных байдарочников может быть оценена во время теста «гребля на дистанции 1000 м» на время. Также установлено, что спортсмены с самыми высокими показателями частоты гребков и механической выходной мощности демонстрировали лучшую результативность теста «гребля на дистанции 1000 м» и оказались способны развивать и поддерживать мощность, близкую к максимальной аэробной мощности МАМ. Выявленные авторами показатели концентрации лактата также свидетельствуют о важном вкладе анаэробного пути обмена в результативность теста на время.

Авторы указывают, что выполнение теста «гребля на дистанции 1000 м» (ТВ) на байдарочном эргометре представляет собой более простой и

предпочитаемый спортсменами метод оценки кардиореспираторной подготовленности юных гребцов, который может применяться в качестве альтернативы тесту с постепенным увеличением нагрузки, и обеспечить достоверное определение показателей МПК, расстояния за гребок и частоты гребков. При этом тренеры могут использовать параметры МПК, хронологический возраст, скорость при VP_1 и VP_2 , частоту гребков и выходную мощность в качестве факторов прогнозирования результативности при проведении мониторинга спортсменов.

Таблица 2 – Результаты теста с постепенным увеличением нагрузки (ТПУН) и теста гребли на время (ТВ) на дистанции 1000 м (среднее \pm СО)

Переменная	Единица измерения	ТПУН	ТВ
Вентиляционный порог 1 (ВП ₁)			
ПК	л/мин	1.96 \pm 0.37	
ПК	мл/кг/мин	30.91 \pm 5.34	
% МПК	%	56.56 \pm 8.21	
ЧСС	уд/мин	157 \pm 14	
Скорость	км/ч	9.92 \pm 0.79	
% МАС	%	77.86 \pm 5.52	
Вентиляционный порог 2 (ВП ₂)			
ПК	л/мин	2.72 \pm 0.51	
ПК	мл/кг/мин	42.89 \pm 7.36	
% МПК	%	78.00 \pm 5.64	
ЧСС	уд/мин	177 \pm 9	
Скорость	км/ч	11.50 \pm 0.67	
% МАС	%	89.98 \pm 3.63	
МПК			
ПК	л/мин	3.50 \pm 0.65	3.02 \pm 0.37
ПК	мл/кг/мин	55.00 \pm 8.80	47.56 \pm 4.09
% МПК	%		87.23 \pm 7.42
ПК _{пик}	л/мин		3.50 \pm 0.57
ПК _{пик}	мл/кг/мин		55.09 \pm 7.25
ЧСС	уд/мин	195 \pm 8	182 \pm 10
МАС/скорость ТВ	км/ч	12.75 \pm 0.45	12.34 \pm 0.58*
МАС/выходная мощность ТВ	Ватт	138.47 \pm 24.50	132.63 \pm 21.98*
% МАС	%		96.70 \pm 2.84
Частота гребков	гребков/мин	110.28 \pm 9.17	106.60 \pm 6.91
Расстояние за гребок	м	1.91 \pm 0.12	1.94 \pm 0.09
Время	с		292.30 \pm 15.00
Уровень лактата	ммоль/л	10.04 \pm 2.12	12.43 \pm 2.35*

Примечания:

1 ПК – Потребление кислорода, уд/мин – ударов в минуту.

2 МАС – Максимальная аэробная скорость.

3 МАМ – Максимальная аэробная мощность.

4 * – $p < 0,05$

ТРЕНИРОВКА В ГРЕБЛЕ НА БАЙДАРКАХ И КАНОЭ

Организация и управление тренировочным процессом является важнейшим направлением работы спортивных ученых, тренеров и самих спортсменов. Успешность выступления на соревнованиях международного уровня обуславливается не только многолетней спортивной подготовкой и высоким уровнем спортивного мастерства, но и достижением пика результативности в определенный период соревновательного сезона. Литовские ученые R. Dadeliene, S. Dadelo, N. Pozniak, L. Sakalauskas (2020) [8] провели лонгитюдное исследование воздействия высокоинтенсивных тренировок (нагрузок) на физическую и функциональную подготовленность высококвалифицированных байдарочников на основе одного из подходов к проведению факторного анализа – анализа главных компонент (АГК) («principal component analysis»). При этом изучался первый год четырехлетнего олимпийского цикла, во время подготовки спортсменов к чемпионату мира 2013 года (8 месяцев – подготовительный период и 3 месяца – соревновательный период).

Тестирование проводилось: в первую неделю вводного тренировочного периода (Т1), включающего упражнения на байдарочном эргометре и функциональные тренировки (развитие силы мышц); в начале общего тренировочного периода (Т2), содержащего упражнения на байдарочном эргометре и функциональные тренировки (развитие силы и объема мышц); в начале специального тренировочного периода (Т3), предусматривающего упражнения по гребле на байдарках на воде и функциональные тренировки (развитие силы и объема мышц); в начале соревновательного периода (Т4); в начале главного соревновательного периода (Т5); после главного соревновательного периода (Т6). Полученные авторами результаты были распределены на 6 групп: группа 1 – размеры и состав тела, жизненная емкость легких и показатели силы захвата руки; группа 2 – психомоторные показатели; группа 3 – показатели сердечно-сосудистой системы; группа 4 – показатели анализа крови; группа 5 – показатели аэробных возможностей

(субмаксимальный тест с постепенным увеличением нагрузки на байдарочном эргометре с эргоспирометрической телеметрической системой Oxycon Mobile выполнение теста начиналось с исходной нагрузки 100 Вт, которая каждые 30 секунд увеличивалась на 20 Вт, до отказа примерно через 8-12 минут, во время последней минуты спортсмены выполняли максимально возможное количество работы); группа 6 – включала все анализируемые показатели кроме работоспособности при критическом пределе интенсивности (КПИ) и анаэробном пороге (АП) (таблица 3). Анализ тренировочных показателей осуществлялся с учетом направленности тренировок: повышение результативности гребли на воде (байдарочном эргометре) и силовая подготовка в спортзале. При этом тренировочные нагрузки рассматривались в соответствии с 5 зонами интенсивности: низкая интенсивность нагрузки (НИН) характеризовалась зоной 1 (ЧСС 140 ± 10 уд/мин, концентрация лактата в крови (КЛК) до 2,0 ммоль/л) и зоной 2 (ЧСС 155 ± 5 уд/мин, КЛК 2,1–3 ммоль/л), а высокоинтенсивные нагрузки – зонами 3-5 (ЧСС 165 ± 5 уд/мин, КЛК 3,1–5 ммоль/л; ЧСС 175 ± 5 уд/мин, КЛК 5,1–8 ммоль/л; ЧСС 180–185 уд/мин, КЛК 8,1 ммоль/л и выше, соответственно) (таблица 4).

На основе полученных результатов авторами установлено, что байдарочники элитного уровня, специализирующиеся в гребле на байдарках-двойках на дистанции 1000 м, в течение годового тренировочного цикла постоянно увеличивали продолжительность своих специальных тренировок по гребле, однако, при этом преобладала работа в зонах низкой интенсивности нагрузки. Только во время этапа 1 подготовки рабочая нагрузка в зонах высокой интенсивности нагрузки (ВИН) составляла 54,00% времени, а на 2 и 3 этапах доминировали нагрузки в зонах низкой интенсивности (55,19% и 64,52%, соответственно). Во время главного соревнования рабочая нагрузка в зонах высокой интенсивности увеличивалась, однако, значительный объем приходился на восстановление в 1 и 2 зонах.

Таблица 3 – Данные тестирования 1-ого и 2-ого спортсменов

Тестирование (Т), дата	Спортсмены	Группа 1					Группа 2		Группа 3			Группа 4		Группа 5										
		a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	a10	a11	a12	a13	a14	a15	a16	a17	a18	a19	a20	a21	a22	a23
Т1, 13 09 2013	1	70.0	68.0	7.7	47.5	7.1	165	80	48	106	56	158	46	186	181	5.4	60.9	320	116	164	3.8	43.5	71.5	200
	2	89.0	81.0	6.3	46.2	6.6	161	90	56	126	68	180	50	146	202	4.6	55.7	320	102	192	3.8	45.8	82.1	200
Т2, 18 12 2013	1	70.0	71.0	7.6	47.1	7.2	157	77	48	109	56	164	48	189	183	5.4	60.7	320	99	165	3.7	42.0	69.3	220
	2	84.0	74.0	6.3	45.7	6.4	151	90	48	132	56	179	52	149	196	5.3	64.3	300	101	180	3.9	47.8	74.3	220
Т3, 28 03 2014	1	69.0	65.0	7.6	46.7	6.8	155	82	44	106	60	167	49	198	184	5.5	61.8	320	107	166	3.6	49.5	65.5	200
	2	90.0	81.0	6.3	47.4	7.8	154	90	52	130	60	163	48	167	206	5.2	62.2	320	113	190	4.0	48.2	77.4	200
Т4, 12 05 2014	1	70.0	68.0	7.5	47.9	7.3	163	80	56	111	64	146	43	187	184	5.6	64.0	320	122	169	4.3	50.8	76.5	240
	2	81.0	78.0	6.2	47.2	7.0	164	89	56	105	60	170	50	167	193	5.4	63.9	320	136	184	4.7	55.6	86.9	240
Т5, 15 07 2014	1	71.0	66.0	7.6	48.1	7.7	154	80	48	109	52	165	48	189	181	5.5	62.0	320	118	162	3.9	44.2	74.1	220
	2	70.0	70.0	6.4	46.9	7.0	161	105	52	129	56	173	50	171	204	5.8	69.4	320	142	197	5.1	60.9	87.1	240
Т6, 12 08 2014	1	73.0	71.0	7.5	48.3	7.7	155	86	48	119	56	134	39	186	182	5.1	57.2	320	115	165	3.7	41.7	72.8	220
	2	72.0	76.0	6.2	47.0	6.8	162	104	48	118	48	162	47	170	198	5.3	62.7	320	123	184	4.4	51.2	81.2	220

Примечания:

- 1 a1 – Максимальная сила захвата правой кистью (кг).
- 2 a2 – Максимальная сила захвата левой кистью (кг.)
- 3 a3 – Жизненная емкость легких (л).
- 4 a4 – Мышечная масса (кг).
- 5 a5 – Жировая масса (кг).
- 6 a6 – Время реакции (мс).
- 7 a7 – Частота движений (раз/10 с).
- 8 a8 – ЧСС в состоянии покоя (уд/мин).
- 9 a9 – ЧСС после физической нагрузки (30 приседаний в течение 45 с) (уд/мин).
- 10 a10 – ЧСС после 60 с восстановления (уд/мин).
- 11 a11 – Концентрация гемоглобина (г/л) .
- 12 a12 – Процент содержания гематокрита (%).
- 13 a13 – Легочная вентиляция (тест с постепенным увеличением нагрузки) (л/мин).
- 14 a14 – ЧСС (тест с постепенным увеличением нагрузки) (уд/мин).
- 15 a15 – Потребление кислорода (тест с постепенным увеличением нагрузки) (л/мин).
- 16 a16 – Потребление кислорода (тест с постепенным увеличением нагрузки) (мл/мин/кг).
- 17 a17 – Работоспособность при критическом пределе интенсивности (КПИ) (тест с постепенным увеличением нагрузки) (Вт).
- 18 a18 – Легочная вентиляция (ЛВ) при анаэробном пороге (л/мин).
- 19 a19 – ЧСС при анаэробном пороге (уд/мин).
- 20 a20 – Потребление кислорода (ПК) при анаэробном пороге (л/мин).
- 21 a21 – Потребление кислорода (ПК) при анаэробном пороге (мл/мин/кг).
- 22 a22 – Эффективность гребли при анаэробном пороге (%).
- 23 a23 – Работоспособность при анаэробном пороге (Вт).

Таблица 4 – Характеристики рабочей нагрузки байдарочников во время первого года 4-летнего олимпийского цикла

Этапы	Количество тренировок (n)	Общее время (мин)	Время тренировок по гребле (% общего времени)	Время силовых тренировок (% общего времени)	Зоны интенсивности (% времени тренировок по гребле)				
					1	2	3	4	5
Подготовительные									
I	41	7056.59	63.86	36.14	23.00	23.00	39.00	14.00	1.00
II	90	11,740.35	72.49	27.51	30.80	24.39	29.69	13.83	1.29
III	42	4770.22	71.07	28.93	40.62	23.90	20.68	13.91	0.89
Соревновательные									
IV	51	4028.10	87.59	12.41	44.46	21.19	24.92	9.25	0.18
V	21	1535.10	89.06	10.94	34.20	25.00	28.00	12.00	0.80

Вместе с тем, при подготовке к первому соревнованию сезона очень небольшое количество тренировок проходило в пятой зоне интенсивности (0,18-0,80%), несмотря на то, что соревновательная деятельность гребцов проходит именно в этой зоне интенсивности.

Авторами также установлено, что физиометрические показатели, характеризующие состояние сердечно-сосудистой системы, концентрацию гемоглобина, гематокрита и аэробные возможности, являются важнейшими показателями, определяющими результативность гребли на байдарках на дистанции 1000 м. При этом выявленные различия физических и функциональных показателей спортсменов, членов команды одной и той же байдарки, а также уровня их адаптации к применяемым во время тренировок физическим нагрузкам, указывают на необходимость уделять больше внимания развитию индивидуальных навыков и умений гребцов, а также определению оптимальных для каждого из них интенсивности и объема рабочей нагрузки во время тренировок, а также времени и качеству восстановления. Это, по мнению авторов, является главным условием достижения спортсменами пиковой результативности перед главным соревнованием сезона.

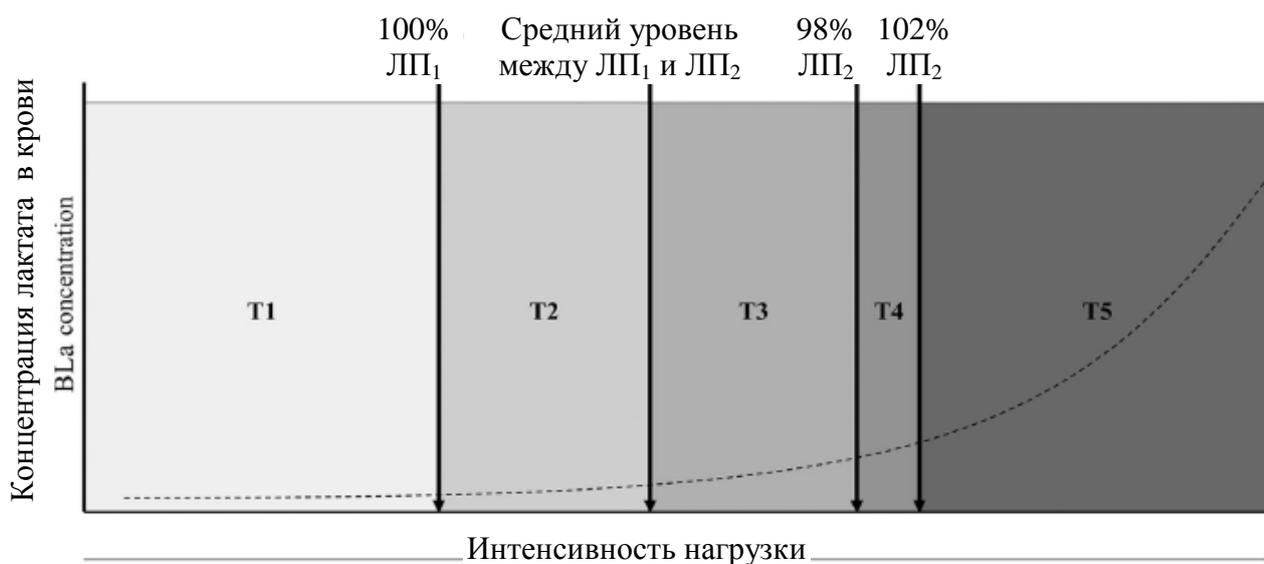
Ученые из Австралии С. Hogan, M. J. Binnie, M. Doyle, L. Lester, P. Peeling (2020) [9] осуществили сравнительный анализ традиционных методов мониторинга интенсивности тренировок в гребле на байдарках, основанных на регистрации ЧСС и частоты гребков (ЧГ), и новых методов,

предусматривающих оценку выходной мощности (ВМ) в режиме реального времени. В исследовании применялась схема проведения 4 тестовых заданий на воде: а) один тест с возрастающей нагрузкой (ТВН) на воде (6 четырехминутных этапов с субмаксимальной нагрузкой (с увеличением нагрузки на 15-20 Вт) до достижения концентрации лактата в крови (КЛК) от 4 до 8 ммоль/л, последний седьмой 4-минутный этап выполнялся с максимальной интенсивностью нагрузки, после каждого этапа следовал 1-минутный период пассивного восстановления, во время которого осуществлялся забор капиллярной крови для определения КЛК и регистрировался балл ОИВН по 6-20 шкале Борга); б) один тест гребля на время (ТВ) на дистанции 1000 м; в) 2 попытки специальной тренировки спринтерской гребле на байдарках. ТВН и ТВ на 1000 м применялись для определения границ индивидуальных тренировочных зон интенсивности и их использования в последующей специальной тренировке в качестве обязательных нормативов. Во время всех тестов спортсмены носили закрепляемый на нагрудном ремне монитор сердечного ритма (Garmin) и использовали байдарочное весло с измерителем мощности (Kayak Power Meter Pro), с помощью которого осуществлялись измерения ВМ и ЧГ.

Зоны интенсивности тренировок определялись в соответствии с $ЛП_1$ и $ЛП_2$ каждого спортсмена (рисунок 22). Так, тренировки, выполняемые при $КЛК \leq ЛП_1$, определялись как Т1; при КЛК между $ЛП_1$ и $ЛП_2$ подразделялись на тренировки с более низкой нагрузкой (Т2) и более высокой (Т3); при $ЛП_2 \pm 2\%$ – тренировки на уровне анаэробного порога (Т4); при $КЛК > ЛП_2 \pm 2\%$ – максимальные тренировки (Т5). При измерении ЧСС верхний предельный показатель, зарегистрированный во время Т5, определялся как максимальная ЧСС спортсмена при выполнении ТВН или ТВ на 1000 м ($ЧСС_{\text{макс}}$).

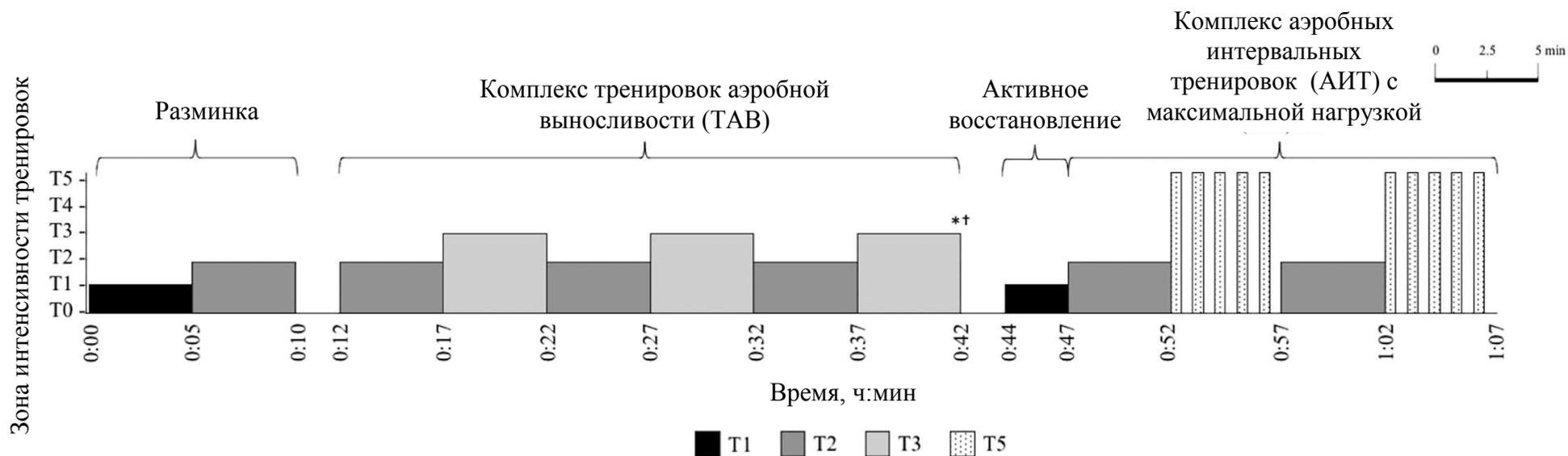
Разработанная авторами специальная тренировка по гребле на байдарках на воде соответствовала типичным нагрузкам, применяемым высококвалифицированными байдарочниками-спринтерами для повышения показателей аэробных возможностей организма (рисунок 23). Данная

тренировка включала два основных комплекса: 30-минутные тренировки аэробной выносливости (ТАВ), включающие непрерывные рабочие нагрузки при концентрации лактата меньше ЛП₂ (чередование 5 мин Т2 и 5 мин Т3); и 20-минутные аэробные интервальные тренировок (АИТ) с максимальной нагрузкой (чередование умеренных нагрузок при лактате меньше ЛП₂ и высокоинтенсивных при лактате больше ЛП₂ (5 мин Т2 и 5 × 30 с Т5 (с 30-секундными периодами активного восстановления с легкими аэробными нагрузками между повторами))). В течение специальной тренировки регистрировались показатели КЛК и ОИВН. Интенсивность физических нагрузок во время тренировки планировалась в зависимости от индивидуальных зон ВМ, определенных при проведении ТВН и ТВ на 1000 м (таблица 5).



Пунктирная линия показывает экспоненциальный рост КЛК, связанный с увеличением интенсивности физической нагрузки. ЛП₁ – первый порог КЛК; ЛП₂ – второй порог КЛК; Т1 – легкие аэробные тренировки; Т2 – умеренные аэробные тренировки; Т3 – тяжелые аэробные тренировки; Т4 – пороговые тренировки; и Т5 – максимальные аэробные тренировки (темп заезда на 1000 м)

Рисунок 22. Представленное в виде диаграммы распределение зон интенсивности тренировок, выполняемых байдарочниками-спринтерами



В данной тренировке не запланированы физические нагрузки в зоне интенсивности Т4; Т0 – периоды пассивного восстановления; Т1 – легкие аэробные тренировки; Т2 – умеренные аэробные тренировки; Т3 – тяжелые аэробные тренировки; Т4 – пороговые тренировки; и Т5 – максимальные аэробные тренировки (темп заезда на 1000 м). *КЛК регистрировалась через 4 минуты после окончания каждой тренировки. †ОИВН регистрировалась сразу после завершения каждой тренировки

Рисунок 23. Представленная в виде диаграммы специальная тренировка байдарочников-спринтеров на воде

Таблица 5 – Зоны интенсивности тренировок на воде и соответствующие им средние предельные показатели (СО) ВМ, ЧГ и ЧСС

Зона интенсивности тренировок	Предписываемая интенсивность (ВМ)	ВМ, Вт		ЧГ гребков/мин		ЧСС уд/мин	
		НП	ВП	НП	ВП	НП	ВП
T1	80% ЛП ₁	≤151 (33)	152 (33)	≤64 (5)	65 (5)	≤152 (12)	153 (12)
T2	Средний уровень ВМ зоны T2	153 (33)	172 (35)	66 (5)	69 (4)	154 (12)	162 (10)
T3	Средний уровень ВМ зоны T3	173 (35)	191 (37)	70 (4)	72 (4)	163 (10)	168 (9)
T4	Средний уровень ВМ зоны T4 (ЛП ₂)	192 (37)	199 (39)	73 (4)	76 (4)	169 (9)	176 (9)
T5	Средняя ВМ на 1000 м	200 (39)	≥201 (39)	77 (4)	≥78 (4)	177 (9)	190 (9)

Примечания:

- 1 ВМ – Выходная мощность.
- 2 ЧГ – Частота гребков.
- 3 ЧСС – Частота сердечных сокращений.
- 4 НП – Нижний предел тренировочной зоны.
- 5 ВП – Верхний предел тренировочной зоны.
- 6 ЛП₁ – Первый лактатный порог.
- 7 ЛП₂ – Второй лактатный порог.
- 8 T1 – Легкие аэробные тренировки.
- 9 T2 – Умеренные аэробные тренировки.
- 10 T3 – Тяжелые аэробные тренировки.
- 11 T4 – Пороговые тренировки.
- 12 T5 – Максимальные аэробные тренировки (темп заезда на 1000 м).

В результате авторами представлены данные показателей интенсивности нагрузок, соответствующих ЛП₁ и ЛП₂, и показателей результативности ТВ на 1000 м (таблица 6).

Авторами установлено, что при выполнении комплекса ТАВ определение интенсивности нагрузки по ЧСС приводило к недооценке времени тренировки при КЛК < ЛП₂ (T2 и T3) и при КЛК ≥ ЛП₂ (T4 и T5) по сравнению с данными выходной мощности (ВМ) (таблица 7). Авторы связывают это с сердечно-сосудистым дрейфом, который характеризуется медленным увеличением ЧСС при воздействии продолжительных нагрузок от легкой до умеренной интенсивности (рисунок 24). Подобное повышение ЧСС не может отражать фактические метаболические потребности, возникающие в результате тренировок, так как показатель КЛК после завершения комплекса ТАВ

составил $3,2 \pm 1,4$ ммоль/л, то есть, интенсивность нагрузки оставалась ниже ЛП₂ и потому соответствовала интенсивности, определенной на основе ВМ. Остаточное действие подъема ЧСС в результате выполнения комплекса ТАВ, также оказывало влияние на количественное определение времени в разных зонах интенсивности в течение следующего за ним комплекса АИТ, в котором аэробные нагрузки средней интенсивности (Т2) были запланированы в комбинации с интервалами высокоинтенсивных нагрузок (Т5).

Таблица 6 – Средние (СО) показатели интенсивности, соответствующие первому и второму лактатному порогам (ЛП₁ и ЛП₂), и результативности ТВ на 1000 м

	ЛП ₁	ЛП ₂	1000 м
Лактат в крови (ммоль/л)	1.7 (0.4)	3.7 (0.7)	x
Выходная мощность, Вт	152 (33)	195 (38)	293 (60)
Частота гребков (гребков/мин)	65 (5)	75 (5)	94 (6)
Частота сердечных сокращений (уд/мин)	153 (12)	173 (9)	179 (9)
ЧСС _{макс} , %	82 (6)	91 (2)	94 (3)
Результат времени (с)	NA	NA	259.2 (17.4)

Примечания:

- 1 NA – Не имеет отношения
- 2 x – Не измерялся

При этом присущее показателю ЧСС физиологическое замедление во время высокоинтенсивных интервальных нагрузок обуславливает более низкие значения времени в зоне Т5 в комплексе АИТ по сравнению с данными на основе ВМ, и меньшую значимость ЧСС для описания высокоинтенсивных нагрузок (в зоне Т5). Кроме того авторами также выявлены ограничения применения показателя ЧГ для определения индивидуальных зон интенсивности тренировок, поскольку показатели ЧГ, соответствующие ЛП₁ и ЛП₂, были очень близки друг к другу, что привело к определению очень узких зон интенсивности тренировок.

Таблица 7 – Запланированное и фактическое время тренировки в зонах интенсивности в минутах (среднее (СО)) во время специальной тренировки по гребле для байдарочников-спринтеров (N = 12)

Зона интенсивности тренировки	Предписываемое время для всей тренировки	Выходная мощность			Частота гребков			Частота сердечных сокращений		
		Вся тренировка	ТАВ	АИТ	Вся тренировка	ТАВ	АИТ	Вся тренировка	ТАВ	АИТ
T1	8.0*	13.5 (4.2)^	2.8 (2.4)	1.9 (1.3)	12.3 (9.2)^	3.0 (4.4)	1.0 (2.4)	18.9 (14.0)	6.3 (8.6)	2.7 (3.9)
T2	30.0*	24.7 (3.4)#^	14.2 (1.6)#^	6.8 (1.4)#^	12.5 (7.7)	7.6 (6.4)^	2.0 (2.3)	9.7 (6.1)	4.4 (4.1)	3.1 (2.8)
T3	15.0*	12.7 (2.5)	11.1 (2.4)#^	1.1 (0.5)^	8.1 (4.6)	5.0 (2.9)	2.0 (1.6)^	12.4 (8.5)	7.4 (6.2)	4.3 (3.3)
T4	0.0*	1.5 (0.9)#^	1.4 (0.8)#^	0.1 (0.1)#^	14.2 (8.8)	10.1 (6.1)	3.6 (2.9)	11.7 (9.4)	8.8 (7.9)	2.8 (2.3)
T5	5.0*	5.4 (0.4)#	0.4 (0.3)#^	5.0 (0.2)^	10.7 (7.8)^	4.4 (5.8)	6.3 (2.1)^	5.2 (8.1)	3.1 (5.5)	2.1 (2.7)

Примечания:

1 ТАВ – Комплекс тренировок аэробной выносливости.

2 АИТ – Комплекс аэробных интервальных тренировок с максимальной нагрузкой.

3 T1 – Легкие аэробные тренировки.

4 T2 – Умеренные аэробные тренировки.

5 T3 – Тяжелые аэробные тренировки.

6 T4 – Пороговые тренировки.

7 T5 – Максимальные аэробные тренировки (темп заезда на 1000 м).

8 * – Статистически значимые различия ($P < 0,05$) по сравнению со временем, проводимым в зоне выходной мощности.

9 # – Статистически значимые различия ($P < 0,05$) по сравнению со временем, проводимым в зоне частоты гребков.

10 ^ – Статистически значимые различия ($P < 0,05$) по сравнению со временем, проводимым в зоне частоты сердечных сокращений.

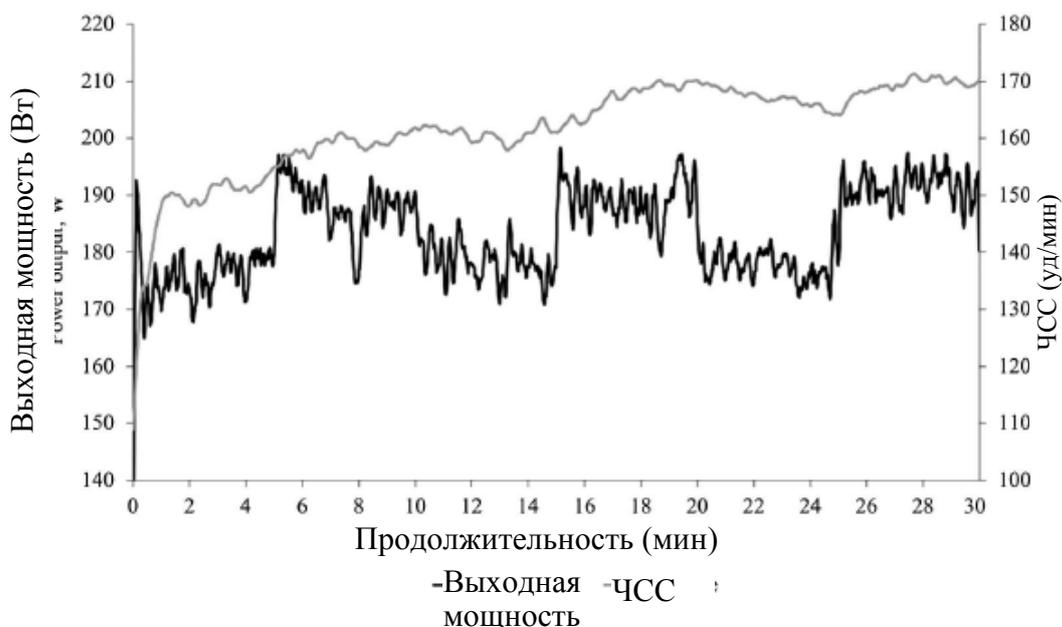


Рисунок 24. Типичные кривые (10-точечного) скользящего среднего выходной мощности (черная линия) и частоты сердечных сокращений (серая линия) байдарочника-спринтера во время комплекса аэробных тренировок выносливости при проведении специальной тренировки по гребле на байдарках на воде

Например, в зоне нагрузки Т3 верхние и нижние пределы ЧГ отличались в среднем всего на 2 гребка в минуту (гр/мин) (таблица 5), что не может адекватно отражать переход от одной интенсивности тренировочной нагрузки к другой.

Также авторы указывают, что во время тренировок спортсмены снижают свою ВМ при попытке стабилизировать свою байдарку во время гребли в условиях волнения воды при ветре, естественного течения водоема и т.д., что обуславливает повышение времени в самой низкой зоне интенсивности тренировок (Т1) по сравнению с запланированным. При этом фактическая ВМ участников исследования была в среднем на 7 ± 3 Вт ниже запланированной. Таким образом для уменьшения времени на тренировки в зоне Т1 необходимо снизить предельный порог для этой зоны, чтобы исключить слишком низкие показатели ВМ.

Указывая, что показатели ЧСС и ЧГ неадекватно отражали время, затрачиваемое в зонах интенсивности тренировок от Т1 до Т5, установленных на основе показателей выходной мощности, авторы рекомендуют комплексное

использование показателей ВМ, ЧСС и ЧГ для количественного определения интенсивности и планирования тренировочных нагрузок спортсменов. При этом тренеры должны учитывать необходимость применения индивидуального подхода при проведении мониторинга реакций спортсменов, особенно это относится к популяции байдарочников-спринтеров элитного уровня.

Тренировки, направленные на развитие силовых способностей, являются неотъемлемым компонентом физической подготовки байдарочников и обеспечивают повышение их результативности. При этом во время выполнения гребков в гребле на байдарках практически отсутствует эксцентрические сокращения мышц. Ученые из Сингапура и Португалии D. Lum, T.M. Barbosa, G. Balasekaran (2021) [10] изучили влияния программ изометрических силовых тренировок, в основе которых лежит развитие силы скелетных мышц без выполнения внешних проявлений движений, на результативность гребцов-байдарочников. Разработанная программа, рассчитанная на 6 недель, предусматривала 2 тренировки в неделю с интервалом между ними 48-72 ч. При этом в отличие от традиционных силовых тренировок (ТРАД) в программе изометрических силовых тренировок (ИСТ) два последних подхода в динамических приседаниях, жиме штанги лежа на скамье и тяге штанги лежа на скамье лицом вниз, были заменены на изометрические приседания со штангой на плечах (ИзоПрис), изометрический жим лежа на спине на скамье (ИзоЖим) и изометрическую тягу лежа на скамье лицом вниз (ИзоТяга), соответственно (рисунок 25, таблица 8). В ходе выполнения ИзоПрис, ИзоЖим и ИзоТяги участники исследования прилагали максимальную силу к стационарной (неподвижной) штанге с максимальной скоростью и напряжением. Продолжительность каждого повторения упражнения составляло 3 секунды с 3-секундным интервалом отдыха. При этом данные упражнения выполнялись с таким же углами сгибания в коленных и локтевых суставах как при начальной фазе проводки во время гребли (ИзоПрис - 100°; ИзоЖим - 90°; ИзоТяга -120°). Интенсивность составляла два максимальных повторения в каждом подходе. При этом эксцентрическая фаза выполнялась в течение 2 секунд, в то время как

концентрическая фаза упражнений предусматривала подъем штанги с максимально возможными скоростью и напряжением.



Рисунок 25. Экспериментальная установка для выполнения изометрического приседания (А), изометрической тяги лежа лицом вниз (Б), изометрического жима лежа (В)

После завершения тренировочной программы авторами выполнено тестирование гребцов с помощью изотронной баллистической измерительной системы FT700 с динамической платформой серии 400 (600 Гц). При этом тест ИзоПрис выполнялся при углах в коленных суставах 90° (ИзоПрис90) и 120° (ИзоПрис120); во время теста ИзоЖим углы сгибания в локтевых суставах составляли 90° (ИзоЖим90) и 120° (ИзоЖим120); и тест ИзоТяга выполнялся при углах сгибания в локтевых суставах 90° (ИзоТяга90) и 120° (ИзоТяга120). Во время всех изометрических тестов регистрировались показатели пиковой силы и уровня развития силы в течение 0–90 мс (УРС90). Затем выполнялся тест гребля на время на дистанции на 200 м (ТВ на 200 м) в качестве критерия результативности гонки на байдарках, при этом, чем выше была средняя мощность, тем лучшей считалась результативность (таблицы 9, 10).

Таблица 8 – Программа силовых тренировок

Упражнения	Подходы × повторения					
	Неделя 1	Неделя 2	Неделя 3	Неделя 4	Неделя 5	Неделя 6
Традиционные силовые тренировки (ТРАД)						
Приседание со штангой на спине	4 x 8	4 x 8	4 x 6	4 x 6	4 x 4	2 x 4
Тяга штанги лежа на скамье на животе	4 x 8	4 x 8	4 x 6	4 x 6	4 x 4	2 x 4
Жим штанги лежа на скамье на спине	4 x 8	4 x 8	4 x 6	4 x 6	4 x 4	2 x 4
Подтягивание с весом на перекладине	4 x 8	4 x 8	4 x 6	4 x 6	4 x 4	2 x 4
Жим гантелей от плеч в положении сидя	4 x 8	4 x 8	4 x 6	4 x 6	4 x 4	2 x 4
Горизонтальная тяга одной рукой к груди из положения сидя	4 x 8	4 x 8	4 x 6	4 x 6	4 x 4	2 x 4
Изометрические силовые тренировки (ИСТ)						
Приседание со штангой на спине	2 x 8	2 x 8	2 x 6	2 x 6	2 x 4	1 x 4
Изометрическое приседание с углом сгибания в коленных суставах 90°	2 x 5	2 x 5	2 x 5	2 x 5	2 x 5	1 x 5
Тяга штанги лежа на скамье на животе	2 x 8	2 x 8	2 x 6	2 x 6	2 x 4	1 x 4
Изометрическая тяга лежа на животе на скамье с углом сгибания в локтевых суставах 120°	2 x 5	2 x 5	2 x 5	2 x 5	2 x 5	1 x 5
Жим штанги лежа на скамье на спине	2 x 8	2 x 8	2 x 6	2 x 6	2 x 4	1 x 4
Изометрический жим штанги лежа на скамье с углом сгибания в локтевых суставах 90°	2 x 5	2 x 5	2 x 5	2 x 5	2 x 5	1 x 5
Подтягивание с весом на перекладине	4 x 8	4 x 8	4 x 6	4 x 6	4 x 4	2 x 4
Жим гантелей от плеч в положении сидя	4 x 8	4 x 8	4 x 6	4 x 6	4 x 4	2 x 4
Горизонтальная тяга одной рукой к груди из положения сидя	4 x 8	4 x 8	4 x 6	4 x 6	4 x 4	2 x 4

Таблица 9 – Анализ средней мощности при выполнении ТВ на 200 м на байдарочном эргометре и пиковой силы при выполнении изометрических тестов

		Средняя мощность (Вт)	ПС при ИзоПрис90 (Н)	ПС при ИзоПрис120 (Н)	ПС при ИзоЖим90 (Н)	ПС при ИзоЖим120 (Н)	ПС при ИзоТяга90 (Н)	ПС при ИзоТяга120 (Н)
ТРАД	Пред	220.8(71.0)	1699.1 (442.7)	2471.4 (848.3)	662.4 (198.9)	1071.3 (260.8)	644.2 (177.9)	906.4 (242.0)
	Пост	233.6(71.6)	1737.2 (432.6)	2552.7(831.7)	722.2 (225.9)	1245.7 (254.4)	704.9 (221.2)	986.7 (254.9)
	95% ДИ	-25.2; -1.8	-156.4; 80.2	-214.6; 52.0	-193.8; 74.2	-257.4; -91.4	-134.1; 12.7	-146.0; -14.6
	P	0.028	0.485	0.201	0.339	0.001	0.094	0.022
	d	0.18	0.09	0.09	0.28	0.68	0.30	0.32
ИСТ	Пред	223.7 (66.9)	1974.8 (289.9)	2758.8(421.0)	710.3 (247.3)	1213.2 (286.3)	680.7 (120.0)	1023.3 (238.1)
	Пост	254.7 (69.8)	2201.2 (302.0)	3007.0 (610.3)	961.4 (286.9)	1484.4 (446.0)	807.0 (155.6)	1218.9 (273.8)
	95% ДИ	-42.6; -19.5	-276.2; -176.6	-540.9; 44.3	- 327.7; -84.5	-497.1; -45.3	-210.3; -42.3	-246.1; -145.1
	P	<0.001	<0.001	0.087	0.004	0.024	0.008	<0.001
	d	0.45	0.76	1.04	0.77	0.72	0.90	0.76
Взаимодействие Время × Группа	F	5.81	11.02	1.38	11.047	0.828	1.77	9.91
	P	0.027	0.004	0.255	0.004	0.375	0.200	0.006
	η^2_p	0.24	0.38	0.07	0.38	0.04	0.09	0.36
Главный эффект времени	F	37.50	21.74	5.38	11.05	17.55	14.39	56.73
	P	<0.001	<0.001	0.032	0.004	0.001	0.001	<0.001
	η^2_p	0.68	0.55	0.23	0.16	0.49	0.44	0.76
Главный эффект группы	F	0.16	5.04	1.48	1.45	2.029	0.90	2.45
	P	0.695	0.037	0.24	0.244	0.171	0.356	0.135
	η^2_p	0.01	0.22	0.08	0.075	0.10	0.05	0.12

Примечания:

- 1 ИзоЖим90 – Изометрический жим штанги лежа на скамье на спине при угле сгибания в локтевых суставах 90°.
- 2 ИзоЖим120 – Изометрический жим штанги лежа на скамье на спине при угле сгибания в локтевых суставах 120°.
- 3 ИзоТяга90 – Изометрическая тяга штанги лежа на животе на скамье при угле сгибания в локтевых суставах 90°.
- 4 ИзоТяга120 – Изометрическая тяга штанги лежа на животе на скамье при угле сгибания в локтевых суставах 120°.
- 5 ИзоПрис90 – Изометрическое приседание при угле сгибания в коленных суставах 90°.
- 6 ИзоПрис120 – Изометрическое приседание при угле сгибания в коленных суставах 120°.
- 7 ПС – Пиковая сила.
- 8 Пред – Предэкспериментальное тестирование.
- 9 Пост – Постэкспериментальное тестирование.

Таблица 10 – Анализ уровня развития силы при выполнении изометрических тестов

		УРС90 при ИзоПрис90 (Н/с)	УРС90 при ИзоПрис120 (Н/с)	УРС90 при ИзоЖим90 (Н/с)	УРС90 при ИзоЖим120 (Н/с)	УРС90 при ИзоТяга90 (Н/с)	УРС90 при ИзоТяга120 (Н/с)
ТРАД	Пред	2692.3 (1689.1)	3048.4 (1844.2)	3017.9 (1821.0)	4557.0 (2282.0)	3799.5 (1184.7)	3655.4 (2533.4)
	Пост	2586.9 (891.6)	2813.8 (1027.2)	3967.0 (2299.5)	5487.5 (2615.7)	4275.9 (1274.4)	4456.0 (2291.2)
	95% ДИ	-838.4; 1049.2	-920.0; 1389.2	-1890.1; 391.9	-1852.2; -8.79	-1523.3; 570.5	-1706.4; 105.2
	P	0.806	0.657	0.172	0.048	0.330	0.077
	d	0.08	0.16	0.46	0.38	0.39	0.33
ИСТ	Пред	3067.8 (1509.0)	4962.5 (2403.6)	4054.3 (2339.8)	6242.6 (2548.1)	4656.0 (1999.9)	6856.7 (2934.6)
	Пост	4620.0 (2139.6)	6296.8 (2298.1)	5695.9 (2733.2)	8134.9 (3129.4)	6045.7 (2139.9)	9171.6 (2816.9)
	95% ДИ	-2550.1; -554.3	-1988.6; -680.0	-2654.8; -628.4	-3160.2; -624.4	-2131.2; -648.2	-3139.4; -1490.4
	P	0.007	<0.001	0.005	0.008	0.002	<0.001
	d	0.84	0.57	0.65	0.66	0.67	0.80
Взаимодействие Время × Группа	F	7.45	0.715	1.59	1.93	2.59	7.82
	P	0.14	0.015	0.224	0.182	0.125	0.012
	η^2 p	0.29	0.28	0.08	0.10	0.13	0.30
Главный эффект времени	F	5.68	3.51	0.03	16.60	10.83	33.11
	P	0.028	0.077	0.867	0.001	0.004	<0.001
	η^2 p	0.24	0.16	0.002	0.48	0.38	0.65
Главный эффект группы	F	3.35	10.56	4.27	3.62	3.45	11.72
	P	0.084	0.004	0.053	0.073	0.080	0.003
	η^2 p	0.16	0.37	0.19	0.17	0.16	0.39

Примечания:

- 1 ИзоЖим90 – Изометрический жим штанги лежа на скамье на спине при угле сгибания в локтевых суставах 90°.
- 2 ИзоЖим120 – Изометрический жим штанги лежа на скамье на спине при угле сгибания в локтевых суставах 120°.
- 3 ИзоТяга90 – Изометрическая тяга штанги лежа на животе на скамье при угле сгибания в локтевых суставах 90°.
- 4 ИзоТяга120 – Изометрическая тяга штанги лежа на животе на скамье при угле сгибания в локтевых суставах 120°.
- 5 ИзоПрис90 – Изометрическое приседание при угле сгибания в коленных суставах 90°.
- 6 ИзоПрис120 – Изометрическое приседание при угле сгибания в коленных суставах 120°.
- 7 УРС90 – Уровень развития силы (0-90 мс).
- 8 Пред – Предэкспериментальное тестирование.
- 9 Пост – Постэкспериментальное тестирование.

Авторами установлено, что включение изометрических силовых упражнений в план проведения силовых тренировок способствует повышению показателей средней мощности гребли на дистанции 200 м и всех параметров изометрической силы по сравнению с традиционной тренировкой. При этом была выявлена взаимосвязь между увеличением мощности гребли, повышением эффективности толкающего усилия нижних конечностей и тягового усилия верхних конечностей. Авторы особенно подчеркивают важность имитации положения в тазобедренных, коленных и локтевых суставах байдарочников при выполнении силовых изометрических упражнений, соответствующего механике гребка на байдарке. Это, обеспечивает повышение специальной силовой подготовленности байдарочников и позволяет более эффективно преодолевать инерционное сопротивление во время гребли.

Сила и мощность мышц туловища обеспечивает поддержание устойчивого положения тела спортсмена в лодке во время гребли. При этом глубокие мышцы стабилизируют туловище и позвоночник, а поверхностные, например, прямые и косые мышцы живота, обеспечивают передачу сил и крутящих моментов от туловища к верхним конечностям, создавая тяговое усилие. В гребле на байдарках и каноэ движения весла в воде не является полностью изокинетическими, при этом отмечаются сходство графика вращающего момента-времени при выполнении упражнений на изокинетическом динамометре и кривой силы-времени во время гребли на воде. Вместе с тем изокинетические тренировки позволяют создавать максимальный вращающий момент на протяжении всей амплитуды движения. Ученые из Германии и Голландии F. Zinke, T. Warnke, M. Gäbler, U. Granacher (2019) [11] изучили влияния изокинетических тренировок, направленных на повышение силы мышц-ротаторов туловища, на силовые показатели и состав тела высококвалифицированных гребцов-спринтеров мирового уровня в гребле байдарках и каноэ. Разработанная авторами тренировочная программа реализовывалась во время предсезонья и выполнялась в комбинации со специальными тренировками на воде и тренировками в зале. Экспериментальные тренировки проводились после полудня после регулярной спортивной тренировки и продолжались примерно 20 мин. При этом в течение

первых двух недель проводилось по две тренировки, а начиная с 3 до 8 недели – три тренировки в неделю. Также постепенно увеличивалась скорость выполнения движения от 30 м/с на 1-ой неделе до 140 м/с – на 8 неделе. Во время блока тренировок на гипертрофию мышц (недели 1-6) после повышения нагрузки с 1-ой по 3-ю неделю следовал разгрузочный период на 4-ой неделе с целью обеспечения лучшей адаптации. Во время блока тренировок мощности (недели 7-8) нагрузка непрерывно увеличивалась. Контроль в ходе изокинетических тренировок проводился на основе показателя «времени под нагрузкой» (ВПН) («time under tension»), то есть время, затрачиваемое на выполнение упражнения. В среднем, увеличение продолжительности ВПН во время блока тренировок на гипертрофию составляло 26%, блока тренировок мощности – 21%. В течение первых 6 недель изокинетические тренировки были направлены на увеличение объема мышц и выполнялись в концентрическом и эксцентрическом режимах с применением одних и тех же параметров нагрузки при низких угловых скоростях движений (30-60°/с). Последние две недели были посвящены тренировкам мощности, во время которых спортсмены выполняли только концентрические движения с высокими угловыми скоростями (100–140°/с) (таблица 11).

Изокинетические тренировки и экспериментальное тестирование проводились на изокинетическом динамометре (Isomed 2000). После проведения индивидуальной регулировки участники исследования занимали место на жестко зафиксированном сидении данного изокинетического устройства, с коленными и голеностопным суставами под углом 90° и тазобедренным суставом под углом 80°. Верхняя часть тела слегка наклонялась вперед, чтобы воспроизвести положение тела в лодке. Ремни и элементы защитной экипировки были зафиксированы на коленях, бедрах, туловище и плечах (рисунок 26). При этом регистрировались показатели пикового изокинетического вращающего момента при разных скоростях выполнения движений в концентрическом (30°/с и 140°/с) и эксцентрическом (30°/с и 90°/с) режиме. Полная амплитуда вращения составляла 74° (от поворота вправо на 37° до поворота влево на 37°).

Таблица 11 – Протокол проведения изокинетических тренировок в течение 8-недельного экспериментального периода

Недели	Гипертрофия						Мощность	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Тренировок/неделю	2		3	3	3	3	3	3
Подходы	3	4	4	3	4	5	7	7
Повторения	8	8	8	8	12	12	15	19
Перерывы между подходами (с)	60	60	60	60	60	60	90	90
Внешняя нагрузка (ВПН/неделю (с/нед)	474	631	710	533	710	888	404	488
Скорость движений (°/с)	30	40	40	40	60	60	100	140

Примечание: ВПН – время под нагрузкой (время выполнения упражнения: время подходов, умноженное на повторения).

Также оценивалась специальная работоспособность гребцов на байдарках и каноэ на водном гребном тренажере в бассейне в лабораторных условиях (рисунок 1), предусматривающая выполнение гребли на дистанции 1000 м с постепенным повышением нагрузки (семь этапов по 1000 м, начиная со скорости 3,2 м/с, либо 3,4 (в зависимости от индивидуальных показателей) и увеличением скорость водного потока на 0,2 м/с на каждом этапе, интервалы отдыха – 6 мин).



Рисунок 26. Тестирование и тренировки на изокинетическом динамометре (слева); тестирование в бассейне (скоростью 3,4 м/с) (справа)

Масса тела и содержание жирового компонента в организме определялись с помощью системы биоэлектрического анализа импеданса Inbody 720 (Biospace, Сеул, Южная Корея). Для оценки выносливости мышц туловища применялся вентральный тест Бурбана («ventral Bourban test»), представляющий собой статодинамическое упражнение: поочередное поднятие каждой прямой ноги вверх на высоту 2-5 см от пола, из исходного положения «планка» (упор лежа на локтях и пальцах ног). Движения осуществлялись каждую секунду под контролем метронома. При этом к поясничной области спортсменов опускался контрольный упор, контакт с которым необходимо было сохранять как можно дольше в ходе выполнения подъемов ног. Тест завершался, когда участники в третий раз теряли контакт с контрольным упором или до отказа.

Во время проведения тренировок осуществлялся контроль внешней тренировочной нагрузки (физическая работа, выполняемая за время одной тренировки на изокинетическом динамометре) и внутренней (оценка индивидуального восприятия нагрузки (ОИВН) во время соответствующих тренировок). При этом произведение внешней и внутренней нагрузки рассматривалось как абсолютная тренировочная нагрузка (рисунок 27).

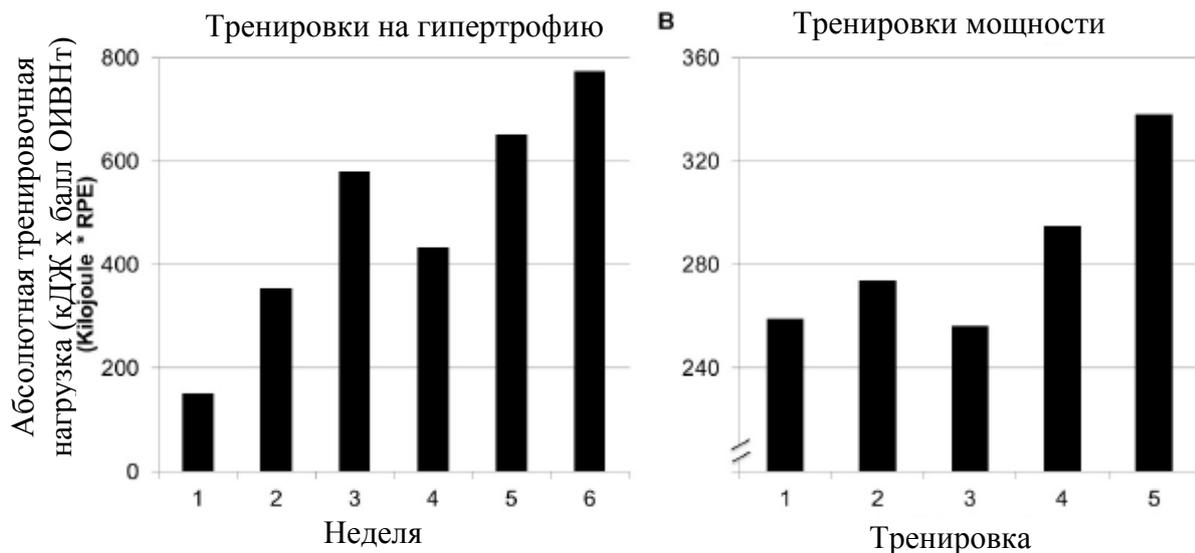


Рисунок 27. Показатели абсолютной тренировочной нагрузке одного гребца при выполнении блока тренировок на гипертрофию мышц (недели 1-6) и блока тренировок мощности (недели 7-8)

Полученные авторами данные свидетельствуют, что применение изокинетических тренировок обеспечивает увеличение вращающего момента мышц-ротаторов туловища (при концентрическом режиме) как при низких, так и высоких угловых скоростях. При этом выявлена взаимосвязь между пиковым изокинетическим вращающим моментом мышц-ротаторов туловища и прилагаемой к веслу пиковой силой.

Авторы рекомендуют изокинетические тренировки мышц-ротаторов туловища, предусматривающие поэтапное увеличение угловой скорости от 30°/с до 140°/с в качестве перспективного средства повышения работоспособности и результативности высококвалифицированных гребцов на байдарках и каноэ, специализирующихся на спринтерских дистанциях.

СОРЕВНОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГРЕБЦОВ

Во время гонок в гребле на байдарках и каноэ, продолжающихся менее 2 минут, оптимальными считаются либо стратегия максимального темпа («all-out»), либо стратегия положительного увеличения темпа в начале гонки («positive»). При этом на основе видеозаписей заездов трудно определить, какие стратегии темпа гребли применяли спортсмены. Ученые из Австралии C.W. Pickett, C. Abbiss, J. Zois, A.J. Blazevich (2020) [12] осуществили анализ стратегий темпа гонки высококвалифицированных байдарочников-спринтеров в гребле на дистанции 200 м на основе данных акселерометрии и системы глобального позиционирования (Minimaxx S10, Catapult Sports). Полученные результаты с помощью программного обеспечения Logan (Австралийский института спорта) представлялись в виде средних значений каждого показателя ЧГ и ДГ (таблица 12).

В результате анализа данных каждого 10-метрового отрезка дистанции авторами установлено, что все спортсмены применяли стратегию положительного увеличения темпа в начале гонки. При этом пиковая скорость (5,82 м/с) достигалась на отрезке 40-60 м от старта, затем все спортсмены постепенно снижали скорость лодки к финишу (до 5,00 м/с) (рисунок 28) в связи с наступающим утомлением. На основе снижения скорости рассчитывался индекс утомления (ИУ). В основном, спортсмены, которые были способны к достижению более высоких скоростей на раннем этапе гонки, также сохраняли более высокие скорости во время остальной части заезда и тем самым достигали более высокой результативности. Авторы указывают на важность развития у байдарочников-спринтеров способности к выполнению более быстрого старта в гребле на дистанции 200 м.

Таблица 12 –Данные показателей времени заезда, пиковой и средней скорости, частоте гребков и длине гребка для всех участников исследования (Все) и для группы спортсменов элитного уровня (Элита)

	Время заезда (с)	Скорость (м/с)		Частота гребков (гр/мин)		Длина гребка (м)	
		Средняя	Пиковая	Средняя	Пиковая	Средняя	Пиковая
Среднее для Всех	38.68	5.19	5.82	142	156	2.24	2.42
СО	2.66	0.34	0.40	10.6	11.9	0.10	0.14
Минимум	35.24	4.65	5.13	122	135	2.10	2.25
Максимум	43.31	5.68	6.41	153	171	2.45	2.73
Среднее для Элиты	37.03	5.41	6.09	149	163	2.23	2.37
СО	1.21	0.18	0.18	3.4	5.3	0.08	0.09
Минимум	35.24	5.16	5.81	143	156	2.13	2.25
Максимум	38.79	5.68	6.41	153	171	2.41	2.53

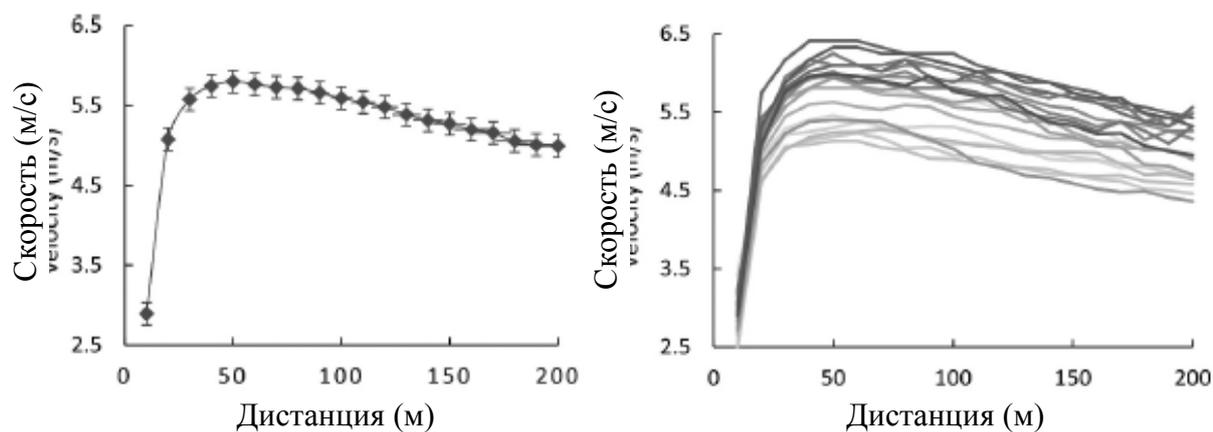


Рисунок 28. Средняя (+ СО) скорость (м/с) на 10-метровых отрезках (слева) и кривые («следы») индивидуальной скорости всех спортсменов (справа)

Также установлено, что кинематические показатели гребли постепенно увеличивались у всех гребцов до достижения пиковых значений ЧГ на дистанции 50 м и на пиковой ДГ на 70 м. При этом у элитных спортсменов пиковая ЧГ наблюдалась на дистанции 40 м, а пиковая ДГ – во второй половине заезда. Интересно, что после достижения пика длина гребка (ДГ) в обеих группах сохранялась на уровне близкой или равной ее пиковому показателю во время оставшейся части дистанции. При этом авторами выявлена сильная линейная зависимость между ДГ и финальным временем заезда.

В работе отмечается, что байдарочники элитного уровня характеризуются значительно более высокой ЧГ по сравнению со спортсменами национального уровня. При этом самые быстрые байдарочники элитного уровня (финалисты Олимпийских игр) применяли стратегию меньшей ЧГ, но большей ДГ на отрезках 20 м и 30 м по сравнению с менее результативными элитными спортсменами (рисунок 29). Вместе с тем авторы указывают, что увеличение ЧГ в среднем на 4,4-5,9 гребков в минуту позволяет улучшить время заезда на 1 с, а увеличение ДГ на 9-15 см у байдарочников элитного уровня является фактором прогнозирования улучшения времени заезда примерно на 1 с.

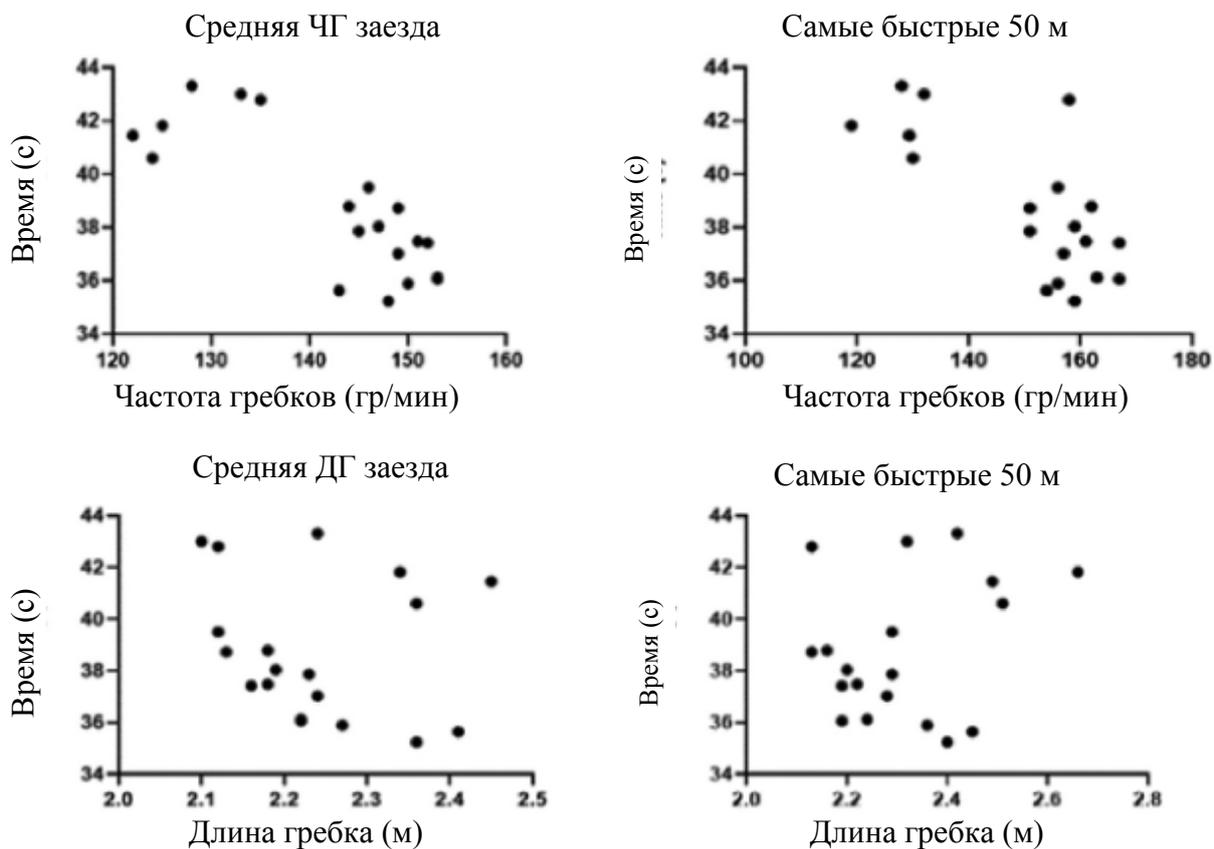


Рисунок 29. Графики разброса данных, показывающие зависимость между временем заезда на 200 м и показателями частоты гребков и длины гребка, рассчитанными как средние показатели для всего заезда и самого быстрого 50-метрового отрезка

Авторами также установлены оптимальные диапазоны развития утомления спортсменов элитного уровня: 12-16% для показателя скорости и 11-18% для показателя ЧГ. При этом, выявленный высокий уровень зависимости между индексом утомления и показателями скорости и ЧГ у байдарочников элитного уровня указывает, что способность контролировать вызываемое утомлением снижение скорости и ЧГ, является важной модельной характеристикой этой группы спортсменов.

В работе особенно подчеркивается, что мощное ускорение и способность к сохранению большой длины гребка при сравнительно высокой частоте гребков независимо от накопления утомления относятся к главным факторам, определяющим результативность заезда на 200 м в гребле на байдарках. При этом, авторы рекомендуют использовать показатель ЧГ в качестве фактора

определяющего квалификацию гребцов, а ДГ – как более эффективного средства прогнозирования времени заезда на 200 м у байдарочников элитного уровня.

Канадские ученые J.A. Goreham, S.C. Landry, J. W Kozey, B. Smith, M. Ladouceur (2018) [13] на основе данных, полученных с помощью инерциальных измерительных устройств (IMU) проанализировали стратегии выбора темпа гребли высококвалифицированных гребцов на байдарках и каноэ в ходе главных международных соревнований, проводимых во время Олимпийских игр 2016 года (Рио-да-Жанейро, Бразилия), первого этапа Кубка мира 2016 года (Дуйсбург, Германия), второго этапа Кубка мира 2016 года (Рачице, Чехия), третьего этапа Кубка мира (Монтемор-у-Велью, Португалия) и Чемпионата мира 2017 года (Рачице, Чехия).

Полученные авторами данные свидетельствуют, что на всех дистанциях средняя скорость лодки возрастала до пикового значения, а затем характеризовалась различными темпами снижения (рисунок 30). При этом в заездах на дистанции 200 м гребцы придерживались стратегии максимально возможного темпа гребли в течение всей гонки («all-out») и их скорость после исходной фазы ускорения (отрезок 60-70 м) существенно не увеличивалась. На более длинных дистанциях спортсмены применяли либо стратегию увеличения темпа на старте («positive») (500 м), либо равномерного (1000 м) темпа движения. На дистанции 500 м скорость лодки также не увеличивалась после достижения максимальной величины, вместе с тем, наблюдается снижение скорости лодки примерно на 250-метровой отметке. Во время заездов на 1000 м, напротив, присутствуют множественные колебания скорости. При этом, самые результативные гребцы на данной дистанции увеличивали свою скорость приблизительно на отметке 500 м и затем еще раз на отметке 750-800 м, а менее успешным не удавалось добиться повторного увеличения скорости лодки на финальных этапах гонки (рисунок 30).

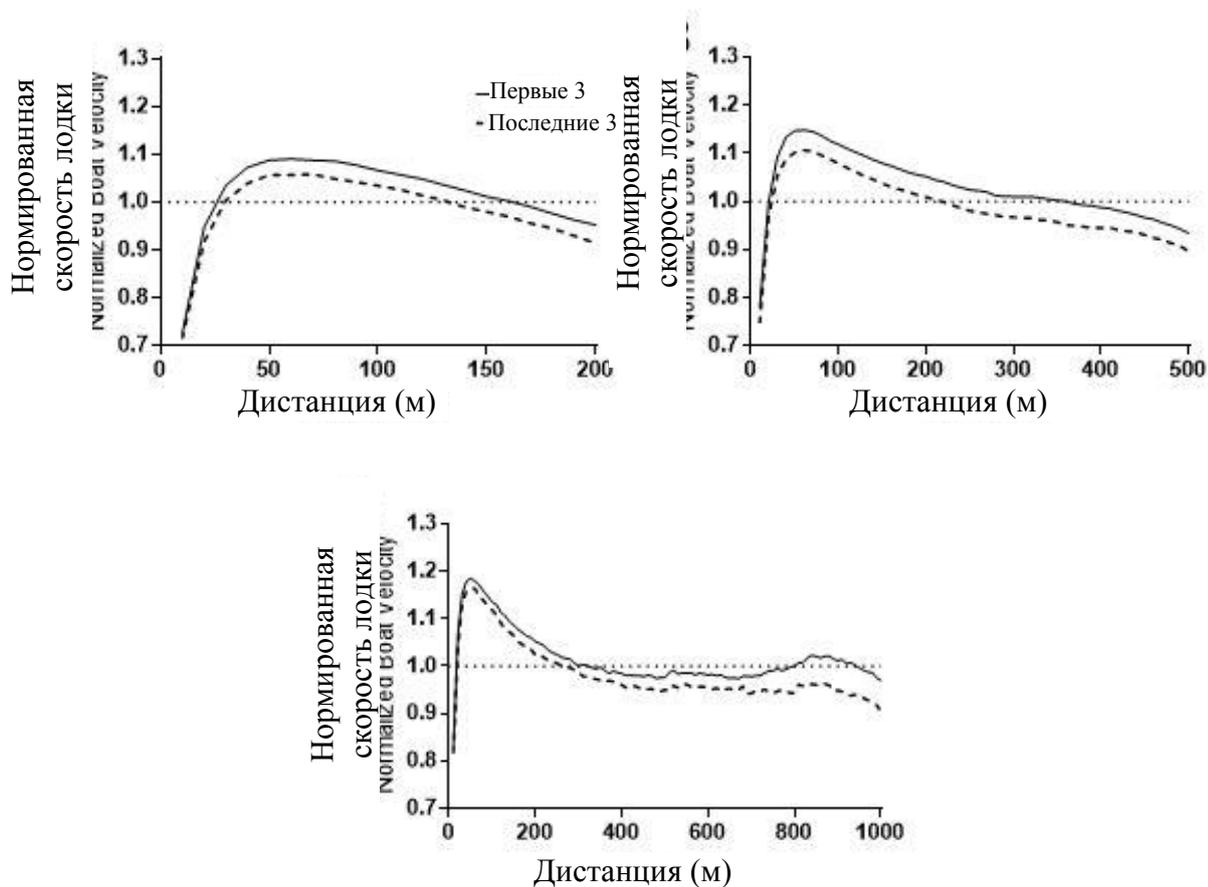


Рисунок 30. Средняя нормированная скорость лодки для 3 первых (сплошная линия) и 3 последних (пунктирная линия) участников заездов на дистанциях 200 м, 500 м 1000 м

Авторами также обнаружено, что победители заездов на дистанции 1000 м на протяжении большей части дистанции до отрезка 700 м поддерживали среднюю скорости лодки, после чего скорость увеличивалась для выполнения финишного рывка (рисунок 31). При этом отмечается неэффективная стратегия гребцов, занявших последние 3 места, которые увеличивали свою скорость в середине гонки (между отметками 100 и 700 м), а после 700-метрового отрезка, их скорость резко снижалась.

Авторы указывают, что на дистанциях 200 м и 500 м спортсменам недостаточно времени, чтобы использовать другие стратегии темпа гребли, кроме как максимальное стартовое ускорение и дальнейшее сохранение максимально возможной скорости в течение всей дистанции.

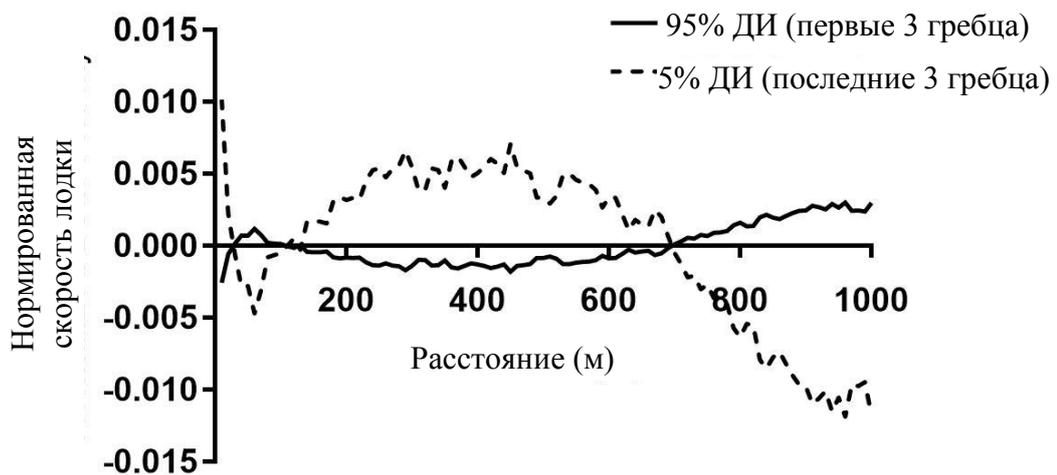


Рисунок 31. Доверительные интервалы (ДИ; 95% по сравнению с 5%) для ГК2 нормированной скорости лодки (характеристики разности), рассчитанной для заездов на 1000 м

При этом на дистанции 1000 м используемая гребцами на байдарках и каноэ стратегия темпа гонки должна гарантировать возможность увеличения ими скорости лодки во время финальных 300 м, а сами гребцы смогут наиболее эффективно применять данную стратегии, если не будут увеличивать скорость лодки выше среднего уровня на протяжении средней части дистанции.

Группа ученых из Великобритании А. Higgs, L. Conway, J. Banks, D. Taunton, D. Hudson, S. Turnock (2016) [14] на основе программного обеспечения Matlab-Simulink разработала симулятор «RaceSim», который позволяет моделировать гонку на байдарках с множеством участников. При разработке модели сопротивления с учетом негативного влияния ветра и волн на скорость байдарки применялись средства и методы прогнозирования смещения, площади поверхности и формы лодки, а также сопротивление волн. В данной модели были учтены масса тела и развиваемая байдарочниками сила тяги при выполнении гребков, а также их максимальные физические нагрузки. В основе метода пошаговой симуляции авторы применили используемую в кораблестроении практику обеспечения ходовых качеств, маневрирования и устойчивости (рисунок 32).



Рисунок 32. Шесть степеней свободы байдарки

При этом учитывалось, что основная неустойчивость лодки возникает из-за периодического импульса гребковых движений. К тому же байдарочники контролируют прямолинейное движение путем соответствующей компенсации левостороннего и правостороннего импульсов при выполнении гребков с противоположных сторон лодки. Для определения результирующей силы было рассчитано ускорение с учетом всех компонентов сопротивления и модели силы тяги. Затем масса спортсмена и всего оборудования была объединена с добавленной массой байдарки, которая зависит от ее площади проекции на воде. Представленная авторами модель сопротивления, складывающаяся из гидродинамического и аэродинамического сопротивлений, учитывает влияние условий окружающей среды. Ветер образует волны на поверхности воды, а также создает поперечную силу, которая требует от спортсмена поддержания угла дрейфа β , при котором сохраняется результирующая сила и тем самым направление движения, соответствующее направлению курса гонки (рисунок 33).

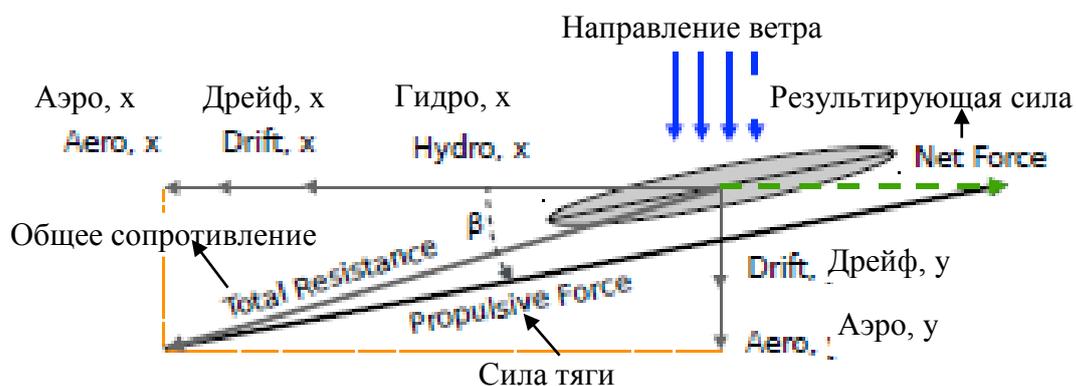


Рисунок 33. Составляющие векторов силы

При разработке модели движущей силы авторы использовали обезразмеренный силовой профиль, который представляет один гребок, за которым следует краткий период отсутствия силы тяги после высвобождения одной лопасти весла из воды и перед входом в воду другой. При этом первые 70% представляют фазу проводки с погруженной в воду лопастью весла, последние 30% – переходную фазу, когда обе лопасти весла находятся в воздухе перед началом периода выполнения следующего гребка (рисунок 34).

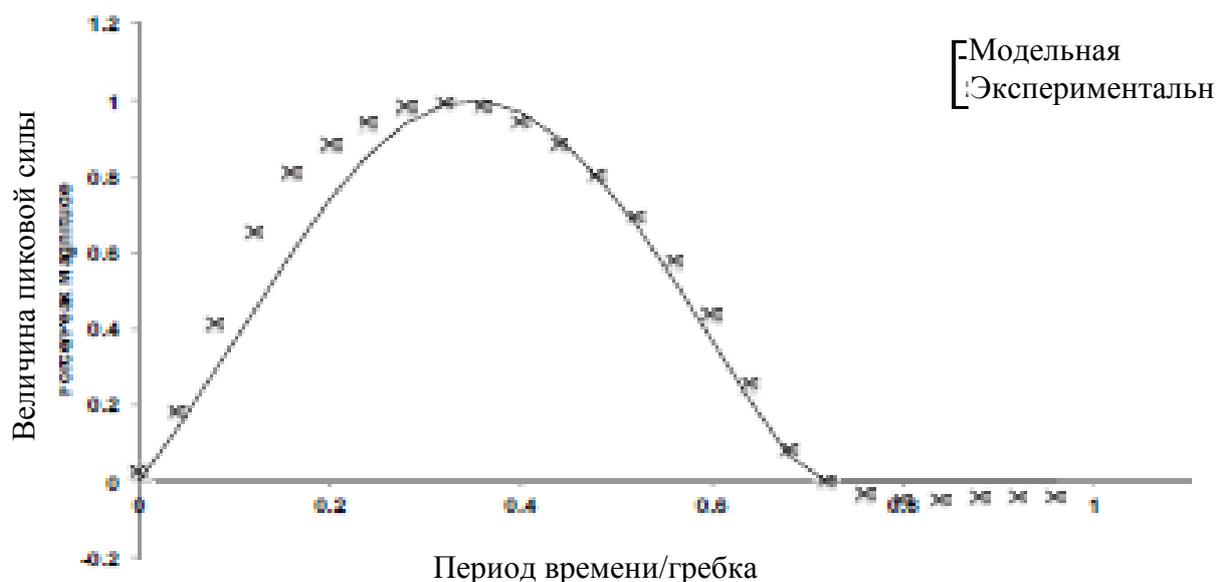


Рисунок 34. Модель обезразмеренного силового профиля (силы тяги) и силового профиль гребли высококвалифицированного спортсмена на воде

Увеличение силы в начале измерения вызывается высокой скоростью входа весла в воду, а отрицательные показатели переходной фазы объясняются действием аэродинамического сопротивления на лопасть весла.

В результате симуляции гонки на 100 м авторами установлено, что исходная фаза ускорения продолжается в течение первых 10 секунд, с увеличением скорости возрастает и сопротивление, при этом периодические тяговые усилия (гребки) сопровождаются небольшими всплесками силы сопротивления (рисунок 35).

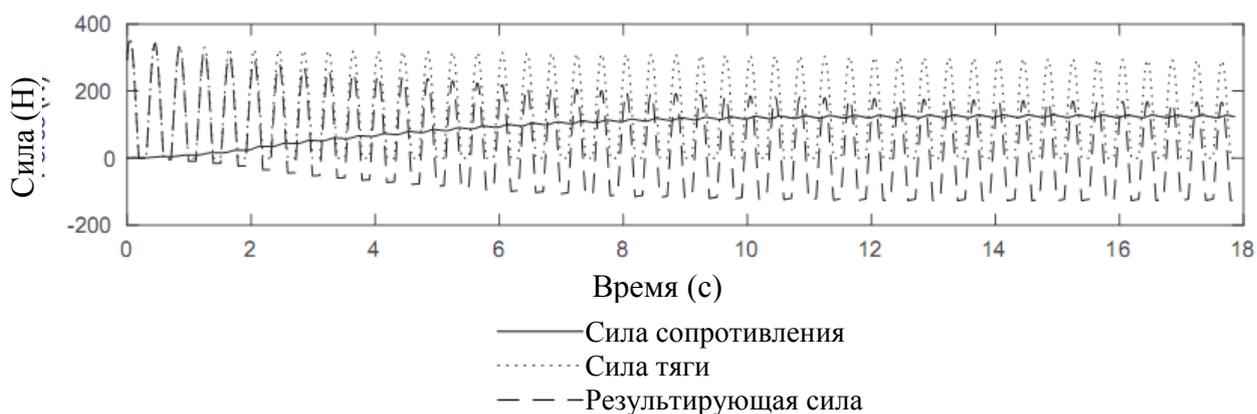


Рисунок 35. Симуляция заезда на 100 м

В результате сравнительного анализа симуляций заездов на разные дистанции в категориях байдарок-одиночек и двоек (К-1 и К-2) с результатами соответствующих заездов во время Олимпийских игр в Лондоне 2012 г. авторы представили модель развития утомления (таблица 13). Данная модель позволяет использовать в качестве показателя интенсивности физической нагрузки спортсмена процент от их пиковой мощности. Представленные данные при алактатном пороге равном 90% пиковой мощности указывают, что при отсутствии превышения данного порога достигаются значительно лучшие результаты времени на протяжении дистанции. Также авторы указывают, что спортсмен, совершивший рывок на расстоянии 6 м от финишной линии, одержал победу в заезде, вторым пришел спортсмен, который начал выполнение рывка на расстоянии 2 м до финиша, однако, третье место занял тот спортсмен, который вообще не совершал финишного рывка, опередив байдарочника, который выполнил рывок на расстоянии 11 м до финишной линии.

Таблица 13 – Сравнение симуляций заездов с результатами лондонской Олимпиады 2012 г.

Параметры заезда	К-1, 200 м, мужчины	К-1, 1000 м, мужчины	К-2, 200 м, Мужчины
Время симулятора (с)	31,36	202,56	30,35
Фактическое время (с)	36,25	214,83	34,42
Дисперсия (с)	4,89	12,27	4,07
Процент дисперсии	13,48	5,71	11,83

С помощью симулятора авторы изучили влияние ветра на результат гребли байдарок-одиночек на дистанции 1000 м. При этом результаты анализа встречного ветра и ветра попутного направления симулятора, соответствуют эмпирическим данными, однако, между ними присутствуют некоторые различия, связанные с высокими скоростями бокового ветра.

Авторы рекомендуют симулятор в качестве инструмента для отбора спортсменов, так как он обеспечивает возможность регистрации их результатов времени в определенном количестве заездов и прогнозировать их эффективное время при «спокойной погоде». Применение симулятора также позволяет решить проблему тренировок в неблагоприятных (изменчивых) погодных условиях, препятствующих должному контролю прогресса подготовленности спортсмена, а также эффективной постановке тренировочных целей.

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В ГРЕБЛЕ НА БАЙДАРКАХ И КАНОЭ

Высокоинтенсивные интервальные тренировки (ВИИТ), предусматривающие чередование периодов интенсивных физических нагрузок (более 85% МПК) с периодами восстановления, считаются одним из самых эффективных типов тренировок, обеспечивающих повышение результативности спортсменов в разных видах спорта. До сих пор исследователи применяли в основном показатели ПК и времени при уровне >90% МПК в течение ВИИТ для оценки центральных механизмов адаптации. Канадские ученые M. Raquette, F. Bieuzen, F. Billaut (2019) [15] предложили использовать показатели максимальной дезоксигенации мышц и совокупное тренировочное время при более 90% максимальной дезоксигенации мышц в качестве эффективных критериев острого развития периферических механизмов адаптации организма гребцов на байдарках и каноэ к физическим нагрузкам во время ВИИТ.

Для оценки показателей максимального потребления кислорода (МПК), максимального минутного объема кровообращения ($МОК_{\text{макс}}$) и пиковой выходной мощности (ПВМ) («peak power output») спортсменов авторы использовали непрерывный тест с постепенным увеличением нагрузки до максимального уровня интенсивности на эргометре для гребли на байдарке или

каное, который состоял из шести 2-минутных этапов повышения нагрузки. Для первых пяти этапов были установлены соответствующие диапазоны частоты гребков на каное (30-35; 35-40; 40-45; 45-50; 50-55 гребков в минуту) и на байдарке (60-65; 65-75; 75-85; 85-95; 95-105 гребков в минуту). Выходная мощность (ВМ) регистрировалась на компьютере с применением программы eMonitorPro2. Пиковая выходная мощность (ПВМ) определялась как средний показатель выходной мощности на последнем 2-минутном этапе нагрузочного теста.

Полученные данные были использованы для 4 разных типов ВИИТ на эргометре для гребли на байдарке или каное (таблица 14). Во время всех типов тренировок применялся газоанализатор (Vmax Encore metabolic cart). Частота сердечных сокращений (ЧСС) и минутный объем кровообращения (МОК) оценивались с применением анализа биоэлектрического импеданса грудного отдела (Physioflow). Мониторы спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIRS) Моху, определяющие степень насыщения мышцы кислородом (НМК), размещались на трех активных мышцах: широчайшей мышце спины (ШМС), двуглавой мышце плеча (ДМП) и латеральной широкой мышце бедра (ЛШМБ). Мониторы NIRS устанавливались у байдарочников на доминантной стороне тела и у каноистов на передней ноге и на противоположных ДМП и ШМС, параллельно направлению мышечных волокон.

Таблица 14 – Описание интервальных тренировок

Тренировка	Время работы	Ориентировочная интенсивность работы	Время восстановления	Ориентировочная интенсивность восстановления	Число повторений/подход	Число подходов	Отдых между подходами
ВИИТ-15	15 с	110% ПВМ	15 с	30% ПВМ	20	2	5 мин
ВИИТ-30	30 с	110% ПВМ	30 с	30% ПВМ	10	2	5 мин
ВИИТ-60	1 мин	130% ПВМ	3 мин	По выбору	6	1	-
ИС	30 с	Максимально возможная	3 мин 30 с	По выбору	6	1	-

Примечания:

1 ПВМ – Пиковая выходная мощность.

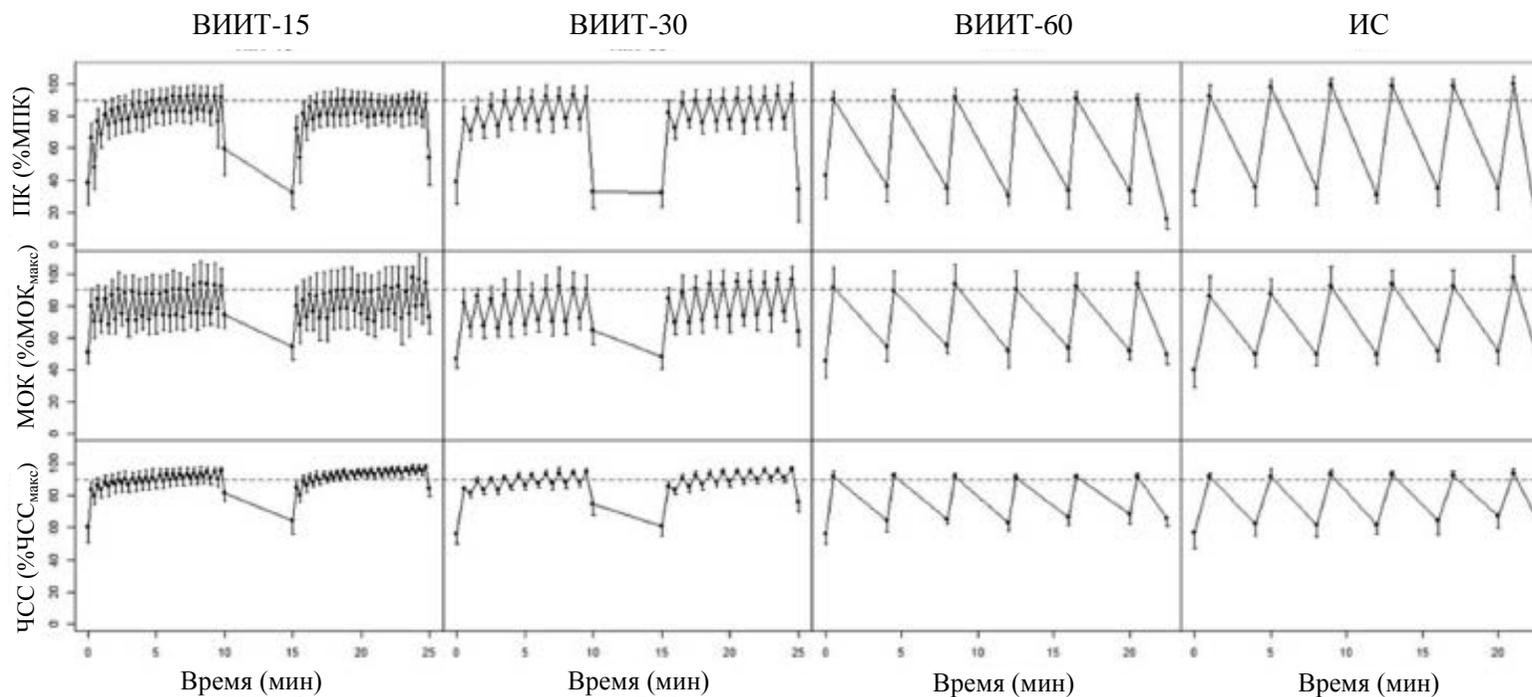
2 ВИИТ – Высокоинтенсивные интервальные тренировки.

3 ИС – Интервальный спринт.

4 По выбору – Спортсмены могли выбрать между пассивным отдыхом и медленной греблей.

В результате анализа физиологических реакций организма гребцов на байдарках и каноэ на разные типы ВИИТ авторами установлено, что: кратковременные интервальные тренировки (ВИИТ-15 и ВИИТ-30) отличались наибольшим временем, затрачиваемым на работу при высоких уровнях ПК, МОК и ЧСС (рисунок 36, таблица 15). Так при выполнении ВИИТ-15 и ВИИТ-30 время при близком к МПК уровне потребления кислорода составило, соответственно, 8,1 мин и 6,8 мин. При этом авторы считают возможным увеличение количества подходов до трех для данных типов ВИИТ, что позволит увеличить время при $>90\%$ МПК примерно до 10-12 мин. Вместе с тем, самые высокие показатели ПК наблюдались при выполнении продолжительной сверхмаксимальной интервальной тренировки (ВИИТ-60), однако, гребцы осуществляли тренировки при нагрузке $>90\%$ МПК только в течение $4,1 \pm 1,7$ минут. Повышенная интенсивность данного протокола, который ускоряет кинетику ПК, в сочетании с более высокой продолжительностью нагрузки способствовала достижению высокого ПК уже со времени первого рабочего интервала. Наиболее оптимальным для ВИИТ-60 авторы считают воздействие в течение 5-7 минут при нагрузке на уровне $>90\%$ МПК и такие тренировки рекомендуются в первую очередь, байдарочникам для развития необходимой скорости на 500-метровой дистанции при достаточной продолжительности работы на уровне МПК.

Анализ показателей дезоксигенация мышц во время рабочих и восстановительных периодов интервальных тренировок показал, что кратковременные интервальные тренировки вызывали наименьшую степень и продолжительность дезоксигенации мышц (таблица 16). ВИИТ-60 приводили к более высокой дезоксигенации в ЛШМБ по сравнению с кратковременными интервальными тренировками. Авторы предполагают, что интервальный спринт (ИС), вызывающий наиболее высокий и стабильный уровень дезоксигенации мышц, может применяться в качестве эффективной тренировки, направленной на улучшение периферических механизмов адаптации.



Горизонтальные пунктирные линии показывают 90% МПК, 90%МОК_{макс} и 90%ЧСС_{макс}.

Рисунок 36. Средние показатели ПК, МОК и ЧСС в конце каждого рабочего и восстановительного интервала во время 4 интервальных тренировок

Таблица 15 – Показатели выходной мощности, потребления кислорода и минутного объема кровообращения во время каждой интервальной тренировки

Тренировка	ВИИТ-15	ВИИТ-30	ВИИТ-60	ИС
Интенсивность работы (%ПВМ)	116 ± 16	117 ± 19	133 ± 21	192 ± 36
Интенсивность восстановления (%ПВМ)	32 ± 12	29 ± 5	18 ± 18	23 ± 23
Удовлетворенность во время тренировки (/10)	6.9 ± 2.2	7.0 ± 2.2	6.6 ± 2.4	7.2 ± 2.2
ОИВНт (/10)	7.9 ± 1.0	8.1 ± 1.7	7.5 ± 1.8	8.8 ± 0.9
Пиковое ПК (%МПК)	92 ± 5	91 ± 5 [§]	98 ± 4	87 ± 5 [§]
Пиковая ЧСС (%ЧСС _{макс})	97 ± 3	97 ± 2	96 ± 2	95 ± 2
Пиковый МОК (%МОК _{макс})	95 ± 8	94 ± 6	93 ± 9	90 ± 7
Совокупное время при >90% МПК (мин)	8.1 ± 6.2*	6.8 ± 4.6*	4.1 ± 1.7	1.7 ± 1.3
Совокупное время при >95% МПК (мин)	4.9 ± 5.3*	3.5 ± 4.3	2.9 ± 1.8	1.0 ± 1.0
Совокупное время при >90% МОК _{макс} (мин)	5.6 ± 4.4*	4.0 ± 2.9*	2.0 ± 1.9	1.5 ± 1.6
Совокупное время при >95% МОК _{макс} (мин)	2.2 ± 2.3	1.8 ± 1.6	1.1 ± 1.3	0.9 ± 1.1
Совокупное время при >90% ЧСС _{макс} (мин)	16.6 ± 2.6* [§]	13.7 ± 3.3* [§]	5.3 ± 2.3	3.6 ± 1.5
Совокупное время при >95% ЧСС _{макс} (мин)	7.8 ± 5.5* [§]	4.8 ± 3.3*	1.6 ± 1.8	0.4 ± 0.8

Примечания:

- 1 ПВМ – Пиковая выходная мощность.
- 2 МПК – Максимальное потребление кислорода.
- 3 ЧСС – Частота сердечных сокращений.
- 4 МОК – Минутный объем кровообращения.
- 5 ВИИТ – Высокоинтенсивные интервальные тренировки.
- 6 ИС – Интервальный спринт.
- 7 [§] – Статистически значимая разница по сравнению с ВИИТ-60 (p < 0,05).
- 8 * – Статистически значимая разница по сравнению с ИС (p < 0,05).

Для улучшения показателей МПК авторы рекомендуют использовать центральные механизмы адаптации, включая в программы подготовки гребцов на байдарках и каноэ кратковременные интервальные тренировки. Также необходимы тренировки с применением интервального спринта, направленные на улучшение адаптации окислительных способностей мышц. Более продолжительные сверхмаксимальные интервальные тренировки целесообразно использовать для улучшения показателей скорости во время заездов, при этом они также должны быть модифицированы для повышения периферических механизмов мышечной адаптации, направленных на оптимизацию работоспособности гребцов.

Тем же коллективом исследователей из Канады M. Paquette, F. Vieuzen, F. Billaut (2020) [16] осуществлен анализ изменений физиологических параметров – оксигенации мышц и ПК – у высококвалифицированных байдарочников-спринтеров в результате 3-недельных тренировочных сборов во Флориде, США. В течение 3-недельного тренировочного периода в лагере, специальные тренировки байдарочников включали базовые тренировки выносливости, тренировки максимальной аэробной мощности и тренировки скорости. Данному 3-недельному тренировочному периоду предшествовал другой 3-недельный блок подготовки, включающий проведение высокообъемных базовых тренировок на воде, направленных на развитие выносливости; и блок домашних тренировок – главным образом, упражнения на байдарочном эргометре или лыжные кроссы (рисунок 37). Тестирование спортсменов проводилось перед и после тренировочных сборов, при этом использовались тесты гребля на время (ТВ) на дистанциях 200 и 1000 м. Регистрировались показатели потребления кислорода (портативный газоанализатор со смесительной камерой K5), концентрация лактата в крови, ускорения лодки, скорости между гребками, частоты гребков и длины гребка (инерциальное измерительное устройство (IMU) MMS2), оксигенации двуглавой мышцы плеча доминантной руки (портативный монитор для спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIRS) Моху. Для анализа физиологических параметров ТВ на дистанции 200 м был разделен на два отрезка равной длины, а для оценки параметров гребка на четыре 50-метровых отрезка.

Таблица 16 – Реакция мышечной оксигенации на четыре варианта интервальных тренировок

Тренировка	ВИИТ-15	ВИИТ-30	ВИИТ-60	ИС
Пиковая дезоксигенация ДМП (%) ^а	9 ± 8*	10 ± 9*	6 ± 7	1 ± 2
Пиковая дезоксигенация ШМС (%) ^а	9 ± 7*	6 ± 7	5 ± 7	2 ± 4
Пиковая дезоксигенация ЛШМБ (%) ^а	26 ± 12* ^б	25 ± 12* ^б	8 ± 9	0 ± 1
Совокупное время при >90% дезокси _{макс} ДМП (с)	7.5 ± 8.6*	24.7 ± 40.5	24.5 ± 26.8	44.8 ± 40.0
Совокупное время при >90% дезокси _{макс} ШМС (с)	8.7 ± 15.3*	29.9 ± 24.9	33.3 ± 37.3	61.2 ± 44.8
Совокупное время при >90% дезокси _{макс} ЛШМБ (с)	0.0 ± 0.0*	0.2 ± 0.6*	26.5 ± 39.0*	83.2 ± 63.1
Совокупное время при >95% дезокси _{макс} ДМП (с)	0.6 ± 1.1*	6.8 ± 0.2	5.1 ± 6.0*	17.2 ± 13.7
Совокупное время при >95% дезокси _{макс} ШМС (с)	0.7 ± 1.2*	6.4 ± 5.7*	10.1 ± 12.0	21.3 ± 17.7
Совокупное время при >95% дезокси _{макс} ЛШМБ (с)	0.0 ± 0.0*	0.0 ± 0.0*	9.1 ± 24.3*	46.6 ± 53.7

Примечания:

1^а – Минимальное НМК во время тренировки, представленное в нормированных единицах.

2 ВИИТ – Высокоинтенсивные интервальные тренировки.

3 ИС – Интервальный спринт.

4 ДМП – Двуглавой мышце плеча.

5 ШМС – Широчайшей мышце спины.

6 ЛШМБ – Латеральной широкой мышце бедра.

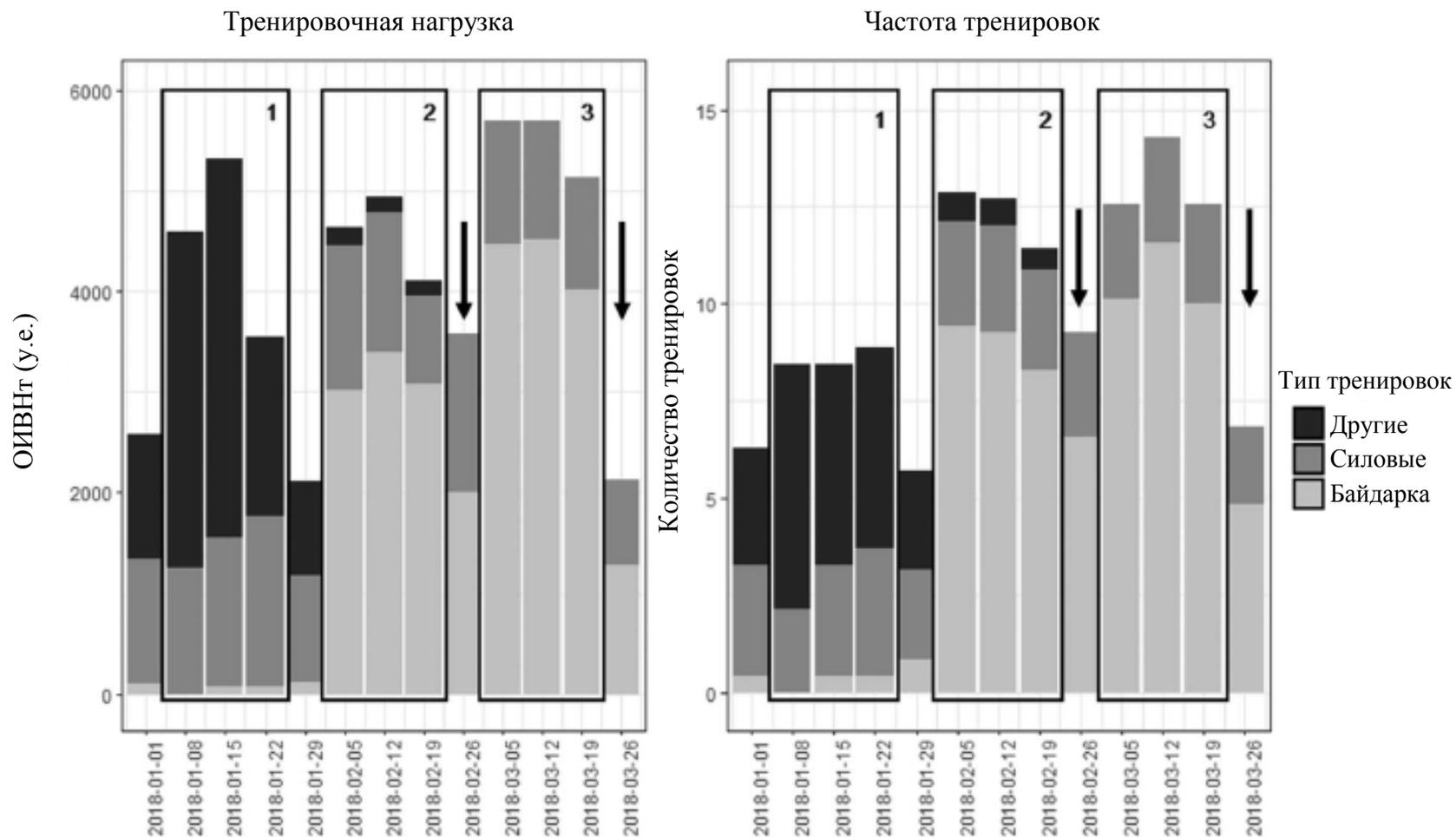
7^б – Статистически значимая разница по сравнению с ВИИТ-60 ($p < 0,05$).

8* – Статистически значимая разница по сравнению с ИС ($p < 0,05$).

ТВ на 1000 м был разделен на пять 200-метровых отрезков для анализа физиологических показателей и параметров гребка. Средние показатели насыщения мышцы кислородом (SmO_2), ПК и характеристик гребка регистрировались в течение данных отрезков.

Авторами представлены данные средней тренировочной нагрузки, продолжительности, интенсивности и частоты тренировок в течение анализируемого тренировочного периода и двух предшествующих 3-недельных блоков тренировок (таблица 17).

В результате анализа данных тестирования на воде авторами установлено, что 3-недельный период пребывания в зимнем тренировочном лагере, характеризующийся 20% увеличением тренировочной нагрузки и интенсивности тренировок, способствовал повышению результативности высококвалифицированных байдарочников-спринтеров в ТВ на 200 м на 4% и в ТВ на 1000 м на 3%. Данные изменения сопровождались снижением SmO_2 и повышением ПК в конце заезда на дистанции 200 м (последние 10-15 с), в связи с повышением экстракции кислорода в мышцах, то есть, функционированием периферических механизмов адаптации. Улучшение времени на дистанции 1000 м гребли коррелировало с повышением ПК на ранней стадии нагрузки (на первой минуте) и снижением SmO_2 во второй половине (последние 3/5) заезда (таблица 18).



Блоки 1 и 2 представляют собой два 3-недельных тренировочных периода, предшествовавших анализируемому 3-недельному периоду тренировочных сборов (блок 3). Каждому тренировочному блоку предшествовала неделя восстановления. Стрелки показывают недели до и после анализируемого тренировочного блока 3, во время которых проводились ТВ на 200 и 1000 м. ОИВНт – оценка индивидуального (субъективного) восприятия нагрузки в течение тренировки (ОИВН × продолжительность тренировки) в условных единицах.

Рисунок 37. Тренировочная нагрузка и частота разных типов тренировок байдарочников-спринтеров

Таблица 17 – Тренировочная нагрузка во время 3-недельного пребывания в тренировочном лагере (блок 3) и двух предыдущих тренировочных блоков (блоки 1 и 2)

	Блок 1	Блок 2	Блок 3
Даты	8 января -28 января	5 февр. -25 февраля	5 марта -25 марта
Нагрузка (у.е./неделю)	4488 ± 1631.7	4562 ± 1275.9	5505.6 ± 1524.4
Частота (тренировок/неделю)	8.6 ± 1.8*	12.3 ± 2.5*	13.1 ± 2.8
Объем (ч/неделю)	13.4 ± 3.8	14.8 ± 3.1	15.3 ± 3.8
Интенсивность (средняя ОИВН/неделю)	5.0 ± 0.5	4.9 ± 0.6*	5.9 ± 0.6
Байдарка			
Нагрузка (у.е./неделю)	47.4 ± 149.8*	3169 ± 1194.3*	4336.7 ± 1351.4
Частота (тренировок/неделю)	0.3 ± 0.9*	9.0 ± 2.5*	10.6 ± 2.3
Объем (ч/неделю)	0.2 ± 0.5*	10.7 ± 3.6*	12.1 ± 3.4
Интенсивность (средняя ОИВН/неделю)	5.0 ± 0.5*	4.9 ± 0.6*	5.9 ± 0.6
Силовые			
Нагрузка (у.е./неделю)	1473.3 ± 565.3	1233.3 ± 445.3	1168.9 ± 474.7
Частота (тренировок/неделю)	2.8 ± 0.9	2.7 ± 0.8	2.6 ± 0.8
Объем (ч/неделю)	4.0 ± 1.3	3.4 ± 1.1	3.2 ± 1.2
Интенсивность (средняя ОИВН/неделю)	6.2 ± 1.2	6.1 ± 1.2	6.1 ± 1.3
Другие			
Нагрузка (у.е./неделю)	2967.2 ± 1606.3*	159.8 ± 301.4	0.0 ± 0.0
Частота (тренировок/неделю)	5.5 ± 1.6*	0.7 ± 1.3	0.0 ± 0.0
Объем (ч/неделю)	9.3 ± 3.9*	0.7 ± 1.5	0.0 ± 0.0
Интенсивность (средняя ОИВН/неделю)	5.1 ± 1.4	4.1 ± 2.1	нет данных

Примечания:

1 ОИВН – Оценка индивидуального восприятия нагрузки.

2 * – $p < 0,050$ по сравнению с блоком 3.

Повышение ПК при отсутствии изменения SmO_2 в первой части дистанции 1000 м. указывает на усиленное поступление O_2 в начале физической нагрузки (увеличения скорости и частоты гребков), а во время последней части заезда снижение SmO_2 , несмотря на отсутствие изменения системного ПК, связано с уменьшением поступления O_2 в мышцу к концу дистанции, которое компенсируется повышенной экстракцией кислорода. Таким образом, возросшая десатурация кислорода в мышцах гребцов после пребывания в тренировочном лагере связана с увеличением содержания и/или

улучшения функций митохондрий, а значит не столько центральные, сколько периферические механизмы адаптации обуславливают повышение результативности спортсменов в результате высокоинтенсивных тренировочных нагрузок. При этом у всех спортсменов была зарегистрирована более высокая скорость реоксигенации в исследуемой мышце после периода тренировочного сбора независимо от степени результативности гребли. Быстрое увеличение SmO_2 после физической нагрузки позволяет предположить более быстрое восстановление баланса между поступлением и потреблением кислорода, обусловленное улучшением окислительной способности мышц, мышечного кровотока и капилляризации мышечных волокон.

Таблица 18 – Параметры результативности и физиологические показатели байдарочников во время ТВ до и после периода пребывания в тренировочном лагере

	ТВ на 200 м		ТВ на 1000 м	
	Пред	Пост	Пред	Пост
Результативность	38.4 ± 1.4	36.9 ± 1.0*	3:53.0 ± 0:06.6	3:46.3 ± 0:02.5*
Исходная SmO_2 (% от макс)	76.9 ± 2.9	77.3 ± 2.7	75.6 ± 3.9	74.8 ± 5.0
SmO_2 мин (% от макс)	36.9 ± 7.1	34.7 ± 6.2	36.4 ± 5.1	34.0 ± 4.6
ΔSmO_2 (%)	-37.8 ± 6.6	-39.4 ± 6.5	-37.2 ± 4.9	-40.0 ± 6.3
$\Delta TНb$ (у.е.)	0.96 ± 0.34	0.90 ± 0.32	1.33 ± 0.86	1.23 ± 0.43
Скорость дезоксигенации (% /сек)	-2.8 ± 1.4	-3.2 ± 0.8	-2.5 ± 0.8	-2.8 ± 0.5
Наклон фазы II (% / сек)	-0.5 ± 0.5	-0.6 ± 0.2	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Скорость реоксигенации (% /сек)	0.9 ± 0.5	1.4 ± 0.7*	0.9 ± 0.5	0.9 ± 0.7
ППК (л/мин)	4.17 ± 0.48	4.43 ± 0.54*	5.26 ± 0.43	5.45 ± 0.34
Кровь (лактат)				
- 1 мин	6.4 ± 2.5	5.5 ± 1.4	9.4 ± 3	7.7 ± 2.7
- 3 мин	10.2 ± 2.1	10.4 ± 2.2	11.8 ± 1.8	10.5 ± 2.8
- 5 мин	12.9 ± 1.3	11.5 ± 2.9		

Примечания:

1 *– $p < 0,05$ различия между пред- и посттренировочным (пред и пост) периодом.

2 SmO_2 – Оксигенация мышц.

3 ТНб – Общий гемоглобин.

4 ППК – Пиковое потребление кислорода.

5 у.е. – Условные единицы.

Также авторами отмечена взаимосвязь между нагрузкой в ходе силовой подготовки байдарочников в тренировочном лагере и повышением

результативности гребли на дистанции 200 м. Это, по мнению авторов, подтверждает роль силовых тренировок в улучшении показателей времени на сравнительно коротких спринтерских дистанциях. С другой стороны, частота силовых тренировок (3 тренировки в неделю) привела к снижению пикового потребления кислорода (ППК) во время гребли на дистанции 1000 м. Вызываемое силовыми тренировками утомление оказывает негативное влияние на выносливость гребцов.

Авторы рекомендуют использовать метод неинвазивной спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIRS) в качестве эффективного средства мониторинга влияния тренировок на утилизацию кислорода в мышцах спортсменов элитного уровня. При этом указывается, что для высококвалифицированных гребцов на байдарках показатель ΔSmO_2 , является более эффективным прогнозирующим параметром, а также индикатором эффективности тренировок на дистанции 200 м.

Ученые из Испании T. Abelleira-Lamela, R. Vaquero-Cristóbal, F. Esparza-Ros, P.J. Marcos-Pardo (2020) [17] проанализировали особенности положения позвоночника, растяжимости мышц и антропометрических показателей байдарочников различного уровня квалификации (спортсмены национальной олимпийской сборной Испании, байдарочники из испанской национальной сборной в возрасте до 23 лет, байдарочники-любители) с учетом размещения различных элементов оборудования в лодке. Антропометрические измерения осуществлялись с помощью портативного ростомера, сегмометра (измеритель сегментов тела) и калипера. Для оценки изгибов позвоночника в сагиттальной плоскости и наклона таза применялась система биомеханической диагностики позвоночника Spinal Mouse. При этом Измерения выполнялись в расслабленном положении стоя и сидя в лодке (исходное положение) и в положении при максимальном входе весла в воду с обеих сторон лодки (положение атаки). Растяжимость двуглавой мышцы бедра оценивалась во время активного подъема прямой ноги (АППН) и пассивного подъема прямой ноги (ПППН), выполняемых левой и правой ногой из положения лежа на спине до

наступления болевых ощущений в бицепсе бедра и/или при начале вращения таза (цифровой инклинометр Uni-Level Acumar). Для поддержания лордоза поясничного отдела позвоночника во время тестирования использовалась ортопедическая поддерживающая подушка-опора для поясницы (Lumbosant). В байдарках всех участников исследования регистрировалось расстояние от переднего края сиденья до центра упора для ног (А), от переднего края до впадины сиденья (Б), от переднего края до задней часть сиденья, с которой байдарочник контактирует во время гребли (В) (рисунок 38).

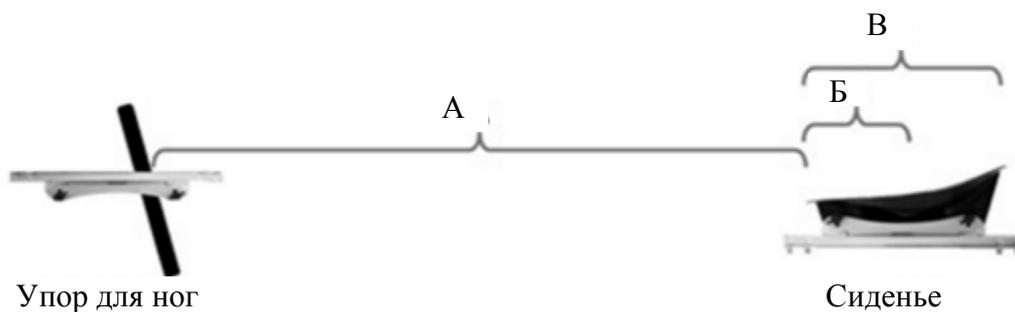


Рисунок 38. Измерения между элементами оборудования байдарки

В результате анализа полученных данных авторами установлено, что спортсмены-любители обладают самой высокой растяжимостью двуглавой мышцы бедра. При этом отсутствовали различия в положении позвоночника в сагиттальной плоскости и в исходных положениях тела между байдарочниками различной квалификации. Однако выявлены различия в наклоне таза в положении атаки между байдарочниками из группы олимпийцев и группы любителей. Любители принимали положение со смещением таза вперед, члены группы до 23 лет демонстрировали почти нейтральное положение таза, в то время как у олимпийцев в данном положении наблюдалось смещение таза назад (таблица 19). Это означает, что любители в связи с высокой степенью растяжимости бицепсов бедер способны сохранять более правильное положение таза в смещении вперед, что обеспечивает нормальное положение изгибов грудного и поясничного отделов позвоночника. Вместе с тем уменьшение растяжимости мышц бедер и смещение таза назад у

высококвалифицированных байдарочников связано с большей продолжительности отдельных тренировок и количеством тренировок в неделю, а также интенсивностью нагрузок, связанных с непрерывными циклами растяжения-сокращения этих мышц.

Авторами установлено, что длина бедра гребцов до 23 лет была значительно меньше по сравнению с членами группы олимпийцев, которые также имели самый высокий показатель массы тела. В работе указывается, что байдарочникам с меньшей длиной нижних конечностей, необходимо установить свое сиденье на определенном расстоянии для обеспечения угла сгибания в коленных суставах от 110-120 до 147-162° без ограничения вращения туловища во время выполнения гребка, чтобы гарантировать оптимальные показатели мышечной силы, длины и типа гребка. При этом показатель высоты передней подвздошноостистой антропометрической точки (*iliospinale*), по мнению авторов, является важным фактором прогнозирования расстояния между элементами оборудования байдарки в процессе роста и биологического созревания спортсменов (таблица 20).

Таблица 19 – Антропометрические показатели, растяжимость бицепсов бедер и изгиб позвоночника в сагиттальной плоскости у байдарочников трех разных групп конкурентоспособности (среднее \pm стандартное отклонение)

Переменная	Олимпийцы (n=8)	До 23 лет (n=13)	Любители (n=13)	Значения F и p
Возраст (лет)	25.7 \pm 3.8	18.8 \pm 1.5	21.6 \pm 3.4	F = 14.032; p < 0.001
Масса тела (кг)	87.1 \pm 7.4	76.8 \pm 6.9	74.2 \pm 6.8	F = 8.808; p = 0.001
Рост (см)	184.8 \pm 4.55	179.1 \pm 5.2	180.4 \pm 7.2	F = 2.369; p = 0.119
Высота iliospinale (см)	102.7 \pm 2.7	98.5 \pm 3.3	100.2 \pm 5.6	F = 2.320; p = 0.114
Длина trochanterion-tibiale laterale (см)	48.7 \pm 2.0	45.4 \pm 2.7	46.1 \pm 3.0	F = 3.932; p = 0.035
Высота tibiale laterale (см)	48.3 \pm 1.3	46.4 \pm 2.3	47.4 \pm 2.60	F = 1.992; p = 0.154
Длина стопы (см)	28.2 \pm 1.4	27.00 \pm 1.0	27.0 \pm 1.2	F = 3.267; p = 0.052
ПППН для правой ноги (°)	91.5 \pm 11.1	85.6 \pm 9.3	94.6 \pm 7.6	F = 3.223; p = 0.053
ПППН для левой ноги (°)	90.4 \pm 11.7	82.8 \pm 8.7	94.2 \pm 8.5	F = 4.915; p = 0.014
АППН для правой ноги (°)	71.0 \pm 13.4	72.3 \pm 8.6	82.1 \pm 6.6	F = 4.979; p = 0.013
АППН для левой ноги (°)	72.6 \pm 12.9	71.1 \pm 7.0	80.6 \pm 8.5	F = 3.868; p = 0.032
Изгиб грудного отдела стоя (°)	53.1 \pm 9.3	50.5 \pm 3.6	47.6 \pm 9.6	F = 1.302; p = 0.287
Изгиб поясничного отдела стоя (°)	-24.4 \pm 7.5	-22.8 \pm 7.2	-26.5 \pm 4.8	F = 1.070; p = 0.355
Наклон таза стоя (°)	9.7 \pm 4.1	10.9 \pm 5.8	14.5 \pm 4.4	F = 2.77; p = 0.078
Изгиб грудного отдела в ИП (°)	33.4 \pm 9.7	36.0 \pm 8.2	34.5 \pm 9.4	F = 0.219; p = 0.804
Изгиб поясничного отдела в ИП (°)	20.0 \pm 6.5	20.6 \pm 7.7	16.1 \pm 7.2	F = 1.432; p = 0.254
Наклон таза в ИП (°)	-8.0 \pm 4.8	-9.4 \pm 6.4	-6.1 \pm 5.9	F = 0.976; p = 0.388
Изгиб грудного отдела в ПА справа (°)	33.9 \pm 10.2	37.7 \pm 7.7	32.8 \pm 11.4	F = 0.844; p = 0.448
Изгиб поясничного отдела в ПА справа (°)	23.9 \pm 7.0	29.0 \pm 6.6	26.5 \pm 7.2	F = 1.377; p = 0.267
Наклон таза в ПА справа (°)	-1.7 \pm 4.0	0.3 \pm 6.5	10.8 \pm 7.4	F = 12.799; p < 0.001
Изгиб грудного отдела в ПА слева (°)	34.7 \pm 9.6	34.3 \pm 8.1	29.8 \pm 12.3	F = 0.857; p = 0.434
Изгиб поясничного отдела в ПА слева (°)	22.5 \pm 9.5	32.2 \pm 7.3	27.9 \pm 5.7	F = 4.392; p = 0.021
Наклон таза в ПА слева (°)	-2.6 \pm 6.1	0.7 \pm 5.4	11.5 \pm 6.4	F = 16.997; p < 0.001

Примечания:

- 1 iliospinale – Подвздошноостистая передняя антропометрическая точка.
- 2 trochanterion-tibiale laterale – Длина от самой верхней наружной точки большого вертела бедренной кости до большеберцовой кости.
- 3 tibiale laterale – Наружная верхнеберцовая антропометрическая точка.
- 4 ПППН – Тест по пассивному подъему прямой ноги.
- 5 АППН – Тест по активному подъему прямой ноги.
- 6 ИП – Исходное положение.
- 7 ПА – положение атаки.

Таблица 20 – Формулы прогнозирования расстояния между разными техническими элементами оборудования байдарки

Формулы прогнозирования	R	R ²	95% ДИ	СП	F	p
Расстояние «Упор для ног – передний край сиденья» = – 11,939 + 0,87 · ИЛ	0.896	0.804	0.715; 1.025	0.076	130.943	p < 0.001
Расстояние «Упор для ног – впадина сиденья» = 4,878 + 0,87 · ИЛ	0.900	0.811	0.719; 1.022	0.074	136.926	p < 0.001
Расстояние «Упор для ног – конец сиденья» = 10,79 + 0,885 · ИЛ	0.912	0.831	0.741; 1.028	0.070	157.739	p < 0.001

Примечания:

1 ИЛ – Высота iliospinale (подвздошноостистой передней антропометрической точки).

2 СП – Стандартная погрешность (средняя квадратическая ошибка).

Авторы рекомендуют уделять особое внимание повышению растяжимости двуглавых мышц бедер гребцов для обеспечения свободного движения таза в положении атаки и планировать применение упражнений на активную растяжку, в зависимости от общего объема тренировок байдарочников.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Bonaiuto V., Gatta G., Romagnoli C., Boatto P., Lanotte N., Annino G. A New Measurement System for Performance Analysis in Flatwater Sprint Kayaking // Proceedings of The 13th Conference of the International Sports Engineering Association). – 2020. – Vol. 49. – Iss. 1. – Art 39. – URL: <https://www.mdpi.com/2504-3900/49/1/39> (дата обращения 21.01.2021).
2. Liu L., Qiu S., Wang Z.L., Li J., Wang J.X. Canoeing Motion Tracking and Analysis via Multi-Sensors Fusion // Sensors. – 2020. – Vol. 20. – Iss. 7. – Art. 2110. – URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/7/2110> (дата обращения 01.02.2021).
3. Liu L., Wang H.-H., Qiu S., Zhang Y.-C., Hao Z.-D. Paddle Stroke Analysis for Kayakers Using Wearable Technologies // Sensors. – 2021. – Vol. 21. – Iss. 3. – Art. 914. – URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/3/914> (дата обращения 19.03.2021).
4. Schofield J. M., Mullineaux D. R., Taylor D., Willmott A. P. Reliability of different methods of determining individual interstroke intervals in sprint kayaking // 36th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports, Auckland, New Zealand, September 10-14, 2018. – P. 474-477.
5. Kertészné Német B., Terebessy T., Szóke G., Bejek Z. Biomechanical Motion Analysis of Elite Flat Water Kayakers with Special Focus on Footrest // Periodica Polytechnica Civil Engineering, 2021. – Vol. 65, №. 3. – URL: <https://pp.bme.hu/ci/article/view/17975> (дата обращения 25.03.2021).
6. Winchcombe C. E., Binnie M. J., Doyle M. M., Hogan C., Peeling P. Development of an On-Water Graded Exercise Test for Flat-Water Sprint Kayak Athletes // International Journal of Sports Physiology and Performance. – 2019. – Vol. 14. – P 1244-1249. – URL: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0717> (дата обращения 28.05.2021).
7. Coelho A. B., Nakamura F. Y., Morgado M. C., Alves F., Di Baldassarre A., Flatt A., Rama L. Prediction of Simulated 1,000m Kayak Ergometer Performance in Young Athletes // Frontiers in Public Health. – 2021. – URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2020.526477/full> (дата обращения 26.01.2021).
8. Dadelienė R., Dadelo S., Pozniak N., Sakalauskas L. Analysis of top kayakers' training-intensity distribution and physiological adaptation based on structural modelling // Annals of Operations Research. – 2020. – № 289. – P. 195–210.
9. Hogan C., Binnie M. J., Doyle M., Lester L., Peeling P. Comparison of Training Monitoring and Prescription Methods in Sprint Kayaking // International

Journal of Sports Physiology and Performance. – 2020. – Vol. 15. – Iss. 5. – P. 654–662.

10. Lum D., Barbosa T.M., Balasekaran G. Sprint Kayaking Performance Enhancement by Isometric Strength Training Inclusion: A Randomized Controlled Trial // Sports. – 2021, Vol. 9. – Iss. 2. – Art. 16. – URL: <https://www.mdpi.com/2075-4663/9/2/16> (дата обращения 05.04.2021)

11. Zinke F., Warnke T., Gäbler M., Granacher U. Effects of Isokinetic Training on Trunk Muscle Fitness and Body Composition in World-Class Canoe // Sprinters. Front. Physiol. – 2019. - Volume 10. – Art. 21. – URL: <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00021> (дата обращения 01.02.2021).

12. Pickett C. W., Abbiss C., Zois J., Blazeovich A. J. Pacing and stroke kinematics in 200-m kayak racing // Journal of Sports Sciences. – 2020. – URL: <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1859242> (дата обращения 26.01.2021).

13. Goreham J.A., Landry S.C., Kozey J. W., Smith B., Ladouceur M. Functional data analysis: a new method to investigate pacing strategies in elite canoe kayak sprint // 36th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports, Auckland, New Zealand, September 10-14, 2018. – P. 426-429.

14. Higgins A., Conway L., Banks J., Taunton D., Hudson D., Turnock S. Development of a kayak race prediction including environmental and athlete effects // 11th conference of the International Sports Engineering Association, ISEA 2016 Procedia Engineering, 2016. – Vol. 147. – P. 305 – 310.

15. Paquette M., Bieuzen F., Billaut F. Sustained Muscle Deoxygenation vs. Sustained High VO₂ During High-Intensity Interval Training in Sprint Canoe-Kayak // Frontiers in Sports and Active Living. – 2019. – Vol. 1. – Art. 6. – URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fspor.2019.00006/full> (дата обращения 28.05.2021).

16. Paquette M., Bieuzen F., Billaut F. Effect of a 3-Weeks Training Camp on Muscle Oxygenation, VO₂ and Performance in Elite Sprint Kayakers // Frontiers in Sports and Active Living. – 2020. – Vol. 2. – Art. 47. – URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fspor.2020.00047/full> (дата обращения 26.01.2021).

17. Abelleira-Lamela T., Vaquero-Cristóbal R., Esparza-Ros F., Marcos-Pardo P. J. Biomechanical Adaptations in Kayakers of Different Competitive Levels and the Relationship with the Kayak Elements // Applied Sciences. – 2020. – Vol. 10. – Iss. 23. – URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/23/8389> (дата обращения 26.01.2021).

Учебное издание

Авторы-составители:

Погребной Анатолий Иванович,
доктор педагогических наук, профессор

Комлев Игорь Олегович,
кандидат педагогических наук

Переводчик:

Литвишко Елена Владимировна

НОВОЕ В СИСТЕМЕ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ В ГРЕБЛЕ НА БАЙДАРКАХ И КАНОЭ

Выпуск 23

Научно-методическое пособие

Ответственный редактор
Технический редактор
Корректор
Оригинал-макет подготовила

А.А. Витер
Г.А. Ярошенко
Е.В. Чуйкова
М.Г. Елисеева

Подписано в печать 28.12.2021 г.
Формат 60х90/16. Бумага для офисной техники.
Усл. печ. л. 4,75. Тираж 27 экз. Заказ № 132.
Отпечатано на множительной технике.

Редакционно-издательский отдел
Кубанского государственного университета
физической культуры, спорта и туризма
350015, г. Краснодар, ул. Буденного, 161