

# Системный подход к реализации обобщенных, групповых и индивидуальных моделей энергообеспечения специальной работоспособности в гребле на байдарках

Го Пенчен<sup>1</sup>, Андрей Дьяченко<sup>2</sup>, Ван Синьинань<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Педагогический университет провинции Джянши, Кангань, Китай

<sup>2</sup>Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, Киев, Украина

## System approach to implementation of generalized, group and individual models of special work capacity energy supply in kayaking

Go Pencheng, Andrey Dyachenko, Wang Xinyinan

**ABSTRACT.** The article provides a detailed description of the generalized, group and individual models of power and capacity of kayakers energy supply. The role and place of models in the system of physical training of kayakers are shown, with account for age, gender, qualification, the stage of long-term preparation. The foundations for the development and application in practice of training exercise modes based on the individual parameters of the ergometric power of work and the model physiological characteristics of the special work capacity of the rowers are presented. Generalized, group and individual models of the characteristics of power and capacity of special work capacity energy supply of kayakers have been developed. The generalized models include the characteristics of young skilled rowers, who are at the stage of preparation for the highest achievements. Interpretation of power and capacity indices of aerobic and anaerobic energy supply ( $\dot{V}O_2\max$  / kg,  $\dot{V}O_2\max$ , MAOD,  $\dot{V}O_2 \cdot HR^{-1}$ ,  $V_E \cdot VCO_2^{-1}$ , La) and ergometric work power ( $\bar{W}$  30 s;  $\bar{W}$  AT,  $\bar{W}\dot{V}O_2\max$ ,  $T\dot{V}O_2\max$ ) aims to improve the efficiency of selection and sports orientation for sports improvement in kayaking. Group models include the characteristics of qualified rowers who specialize in 200, 500 and 1000 m distances. Interpretation of the indices of aerobic and anaerobic energy supply ( $\dot{V}O_2\max \cdot kg^{-1}$ ,  $\dot{V}O_2\max$ ,  $V_E \cdot VCO_2^{-1}$ , La) and ergometric work power ( $\bar{W}$  30 s (test 30 s),  $\bar{W}$  90 s (test 4 min),  $\bar{W}$  180 s (test 4 min),  $\bar{W}$  test 4 min) is aimed at assessment of the level of fitness, search for reserves to improve special work capacity, correction of the training process, with account for the specialization of rowers. Individual models include quantitative characteristics of high class rowers, which have the highest (unique) individual values of indices, higher than the characteristics of generalized and group models.

**Keywords:** kayaking, generalized models, group models, individual models, power and capacity of energy supply.

## Системний підхід до реалізації узагальнених, групових та індивідуальних моделей енергозабезпечення спеціальної працездатності у веслуванні на байдарках

Го Пенчен, Андрій Дьяченко, Ван Синьинань

**АНОТАЦІЯ.** У статті дано розгорнуту характеристику узагальнених, групових та індивідуальних моделей потужності і ємності енергозабезпечення веслувальників на байдарках. Показано роль і місце моделей у системі фізичної підготовки спортсменів у веслуванні на байдарках з урахуванням віку, статі, кваліфікації, етапу багаторічної підготовки. Представлено передумови для розробки і застосування у практиці режимів тренувальних вправ на основі індивідуальних параметрів ергометричної потужності роботи і модельних фізіологічних характеристик спеціальної працездатності веслувальників. Розроблено узагальнені, групові та індивідуальні моделі потужності і ємності енергозабезпечення спеціальної працездатності веслярів на байдарках. Узагальнені моделі включають характеристики юних кваліфікованих веслувальників, які перебувають на етапі підготовки до вищих досягнень. Інтерпретація показників потужності і ємності аеробного і анаеробного енергозабезпечення ( $\dot{V}O_2\max_{\text{отн.}}$ ,  $\dot{V}O_2\max_{\text{абс.}}$ , MAOD,  $\dot{V}O_2 \cdot HR^{-1}$ ,  $V_E \cdot VCO_2^{-1}$ , La) і ергометричної потужності роботи ( $\bar{W}$  30 s;  $\bar{W}$  AT,  $\bar{W}\dot{V}O_2\max$ ,  $T\dot{V}O_2\max$ ) спрямована на підвищення ефективності відбору та спортивної орієнтації для спортивного удосконалення у веслуванні на байдарках. Групові моделі включають характеристики кваліфікованих веслувальників, які спеціалізуються на дистанції 200, 500 і 1000 м. Інтерпретація характеристик аеробного і анаеробного енергозабезпечення ( $\dot{V}O_2\max_{\text{отн.}}$ ,  $\dot{V}O_2\max_{\text{абс.}}$ ,  $V_E \cdot VCO_2^{-1}$ , La) і ергометричної потужності роботи ( $\bar{W}$  30 с (тест 30 с), ( $\bar{W}$  90 с (тест 4 хв), ( $\bar{W}$  180 с (тест 4 хв), ( $\bar{W}$  (тест 4 хв) спрямована на оцінку рівня підготовленості, пошук резервів підвищення спеціальної працездатності, корекцію тренувального процесу з урахуванням спеціалізації веслувальників. Індивідуальні моделі включають кількісні характеристики веслувальників високого класу, які мають найбільш високі (унікальні) індивідуальні значення показників, котрі вищі характеристик узагальнених і групових моделей.

**Ключові слова:** веслування на байдарках, узагальнені моделі, групові моделі, індивідуальні моделі, потужність і ємність енергозабезпечення.

**Постановка проблемы.** Одним из направлений подготовки спортсменов является «...совершенствование системы управления тренировочным процессом на основе объективизации знаний о структуре соревновательной деятельности и подготовленности с учетом как общих закономерностей становления спортивного мастерства в конкретном виде спорта, так и индивидуальных возможностей спортсменов. Здесь предусматривается ориентация на групповые и индивидуальные модельные характеристики соревновательной деятельности и подготовленности, соответствующую систему подбора и планирования средств педагогического воздействия, контроля и коррекции тренировочного процесса» [11, с. 38]. Систематизация указанных компонентов управления тренировочным процессом имеет высокую актуальность для гребного спорта и рассматривается как один из ведущих факторов совершенствования системы подготовки гребцов.

В гребле на байдарках и каноэ за последние десятилетия произошли значительные организационные изменения, усовершенствованы методические основы подготовки, возросли требования к уровню подготовленности спортсменов. Внедрение современных спортивных технологий расширило представления о возможности повышения уровня специальной работоспособности гребцов. Среди них выделяют новые технические и методические возможности управления функциональными возможностями гребцов. К наиболее важным относят: эргометры нового поколения, которые позволяют в большей степени реализовать кинематические и динамические характеристики гребных локомоций, при этом точно дозировать параметры работы и характеристики эффективности выполненной работы [18]; новые разработки функциональной диагностики, которые позволяют реализовать формы оперативного, текущего и этапного контроля в реальном режиме времени, с высокой точностью измерений и информативностью полученных характеристик функциональной, технической и других видов подготовленности [28]; новые подходы к моделированию тренировочных и соревновательных нагрузок на основе взаимосвязи показателей функциональных возможностей и специальной работоспособности гребцов [17].

Существенным фактором, который оказывает влияние на актуальность повышения эффективности моделирования, является значительный рост престижности гребного спорта на международной арене. Это привело к увеличению количества ответственных соревнований и числа стран, гребцы которых принимают участие в конкурентной борьбе в финалах Олимпийских игр, на чемпионатах мира и Европы, этапах Кубка мира, Азиатских играх и, как следствие, к повышению требований к уровню специальной подготовленности гребцов. Немаловажную роль играет тот факт, что в системе подготовки гребцов высокого класса принимает участие все большее количество одаренных спортсменов Китая, что

способствует совершенствованию нормативной основы функциональной подготовленности в гребном спорте [1].

Это потребовало уточнения требований к уровню функциональной подготовленности, в том числе к энергообеспечению специальной работоспособности гребцов на байдарках и каноэ, прежде всего к тем характеристикам, которые отражают наиболее высокий (уникальный) уровень спортсменов высокого класса. Необходимость повышения требований к уровню функциональной подготовленности подтвердили данные устойчивого роста значений показателей мощности и емкости энергообеспечения, представленные в специальной литературе за последние десятилетия [19, 21, 22]. Зарегистрированные у ведущих гребцов показатели  $\dot{V}O_2\max_{абс.}$  достигали уровня  $6,2 \text{ л}\cdot\text{мин}^{-1}$  ( $4,5 \text{ л}\cdot\text{мин}^{-1}$  – у женщин),  $\dot{V}O_2\max_{отн.}$  –  $70,0\text{--}72,0 \text{ мл}\cdot\text{мин}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$  ( $64,0 \text{ мл}\cdot\text{мин}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$  – у женщин),  $La \max$  –  $18,0\text{--}21,0 \text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$  ( $13,5\text{--}16,0 \text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$  – у женщин). Показатели уровня лактата крови гребцов-спринтеров высокого класса, зарегистрированные на 3- и 7-й минутах восстановительного периода после 10- и 30-секундного ускорения, достигали значений  $8,1\text{--}10,2 \text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$  ( $7,5\text{--}9,1 \text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$  – у женщин).

Требуется уточнения интерпретация показателей мощности аэробного энергообеспечения ( $\dot{V}O_2\max_{отн.}$  и  $\dot{V}O_2\max_{абс.}$ ). В специальной литературе по гребному спорту абсолютные и удельные характеристики аэробной мощности, как правило, представлены одним из показателей. При этом высокие значения аэробной мощности, представленные на основании одного из показателей, часто входили в противоречие с массоростовыми характеристиками и рабочей производительностью [26]. Вместе с тем последние данные свидетельствуют, что нормативной основой высокой мощности аэробного энергообеспечения являются обобщенные (сбалансированные) характеристики абсолютной и относительной мощности энергообеспечения работы [16]. Индивидуальные данные гребцов высокого класса, приведенные в специальной литературе, указывают, что показатели мощности аэробного энергообеспечения, приведенные на основе обобщенной оценки абсолютного и относительного максимального потребления  $O_2$ , могут достигать  $6,0 \text{ л}\cdot\text{мин}^{-1}$  и  $70,0 \text{ мл}\cdot\text{мин}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$  [19, 23].

Представлены основания для использования в процессе моделирования показателей реакции кардиореспираторной системы и энергообеспечения работы, которые характеризуют возможности реализации мощности и емкости энергетических реакций в специфических условиях соревновательной деятельности. Показано, что традиционные для специального анализа показатели мощности и емкости энергообеспечения ( $\dot{V}O_2\max$  и  $La$ ) могут быть дополнены показателями аккумулярованного  $O_2$ -дефицита (MAOD), удельными показателями реакции легочной вентиляции и выделения  $CO_2$  ( $V_E \cdot VCO_2^{-1}$ ), потребления  $O_2$  и частоты сердечных сокращений ( $\dot{V}O_2 \cdot HR^{-1}$ ) [10].

Вместе с тем можно констатировать, что моделирование в гребном спорте не является системным, используется в частных случаях и в большей степени основано на эмпирических знаниях тренеров. Моделирование не увязано или увязано недостаточно с системой управления тренировочным процессом гребцов на байдарках и каноэ. Отсутствуют системный подход к разработке обобщенных, групповых и индивидуальных моделей, трактовка их места и роли в системе физической подготовки гребцов. В процессе моделирования не всегда учитывают возраст спортсмена, в том числе этап многолетней подготовки, специализацию в виде спорта, типологические особенности и уникальные проявления функциональных возможностей гребцов.

Проблемой являются неадекватная целевым установкам моделирования на этапах многолетней подготовки система контроля, оценка и интерпретация показателей мощности и емкости энергообеспечения гребцов на байдарках. Недостаточно информации о специфических особенностях контроля высокоспециализированных проявлений энергообеспечения квалифицированных гребцов на дистанциях 200, 500 и 1000 м.

Одним из существенных недостатков системы подготовки в гребле на байдарках является отсутствие модельных характеристик функциональной подготовленности и специальной работоспособности, которые отражают возможности управления тренировочными нагрузками в процессе специальной физической подготовки. Представленные физиологические и эргометрические характеристики мощности и емкости энергообеспечения ориентированы на контроль уровня подготовленности и их изменений в течение длительного этапа тренировочного процесса [4]. Оснований для индивидуализации параметров тренировочных нагрузок они предоставляют недостаточно, при том что разработка модельных параметров работоспособности на основании оценки взаимосвязи физиологических и эргометрических параметров мощности энергообеспечения является одним из наиболее рациональных путей повышения эффективности физической подготовки спортсменов в циклических видах спорта [24].

Как следствие, моделирование подготовки и подготовленности в гребном спорте входит в противоречие с современными тенденциями развития современной теории и практики спортивной подготовки.

Это требует проведения специального анализа и формирования системного подхода на основе взаимосвязи моделирования контроля, моделирования подготовленности и подготовки гребцов, что позволит разработать характеристики мощности и емкости энергообеспечения с учетом возраста, пола и квалификации гребцов.

**Цель исследования** – разработать обобщенные, групповые и индивидуальные модели характеристик мощности и емкости энергообеспечения специальной работоспособности гребцов на байдарках, определить

подходы к их рациональному применению в системе физической подготовки.

**Методы и организация исследования** – исследования проведены в специально-подготовительном периоде подготовки гребцов на байдарках в национальных центрах подготовки спортсменов в водных видах спорта (города Жичжао и Бейхай, КНР). В исследовании приняли участие 120 юных квалифицированных гребцов 16–17 лет и 180 квалифицированных гребцов 19–25 лет. Среди них очерчена группа спортсменов высокого класса ( $n = 11$ ) – членов национальной команды КНР, победителей и призеров Азиатских игр 2018 г.

Исследования проведены с участием специалистов центра спортивных исследований провинции Шаньдун (г. Цзинань, КНР), а также специалистов Национального университета физического воспитания и спорта Украины (г. Киев, Украина).

Для регистрации показателей специальной работоспособности и функциональных возможностей гребцов были использованы мобильный газоанализатор Oxycon mobile (Jaeger), кардиомонитор «Polar», лабораторный комплекс для определения уровня лактата крови Biosen S. line lab+. Для стандартизации измерений специальной работоспособности был использован гребной эргометр «Dansprint». «Драг-фактор» (коэффициент сопротивления эргометра при гребке) подбирался в соответствии с весовыми параметрами и индивидуальным стилем гребли спортсмена.

В процессе выполнения комплексов тестовых заданий и моделирования режимов тренировочных упражнений регистрировались показатели эргометрической мощности работы, реакции кардиореспираторной системы и энергообеспечения. Интерпретация показателей проведена в соответствии с возрастом гребцов, целевыми установками этапа многолетней подготовки.

**Результаты исследования и их обсуждение. Формирование системы моделирования в гребном спорте.** При формировании системы моделирования исходили из того, что в спорте этот процесс связывают с построением, изучением и использованием моделей для определения, уточнения характеристик оптимизации спортивной подготовки и участия в соревнованиях, а именно с созданием и использованием моделей для эффективного тренировочного процесса на основе определения различных характеристик спортивной подготовки и рациональных способов построения ее структурных частей [15]. Условием реализации моделирования является разработка алгоритма (дидактически обоснованной последовательности действий), которая включает обоснование количественных и качественных характеристик модели, создание методов контроля, оценки и интерпретации показателей, пути практического внедрения в систему спортивной тренировки спортсменов [8].

На рисунке 1 схематически представлены виды моделей и направления их целевого применения в процессе многолетней подготовки гребцов на байдарках.

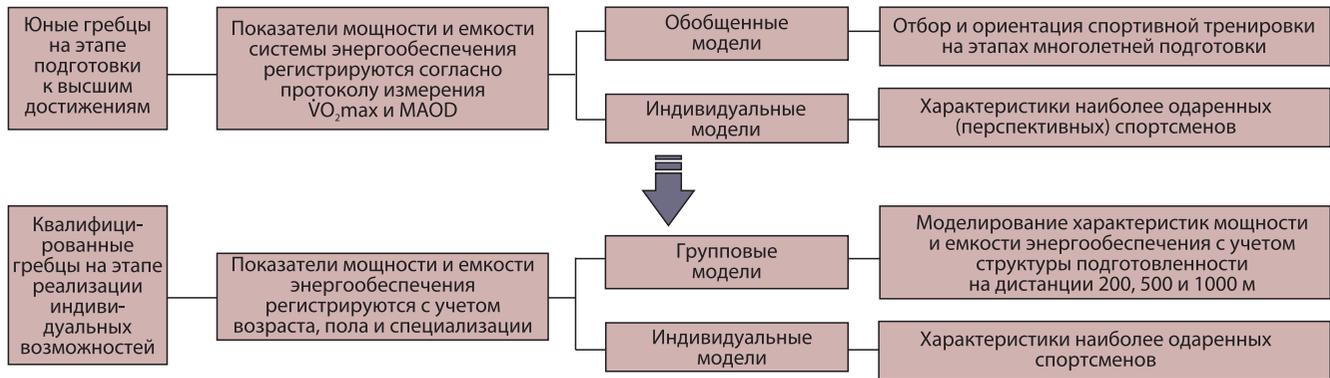


РИСУНОК 1 – Компоненты моделирования характеристик мощности и емкости энергообеспечения гребцов на байдарках с учетом этапов многолетней подготовки

Выбор и интерпретация модельных характеристик мощности и емкости энергообеспечения гребцов на этапах многолетней подготовки связаны с выбором стратегии периодизации спортивной тренировки гребцов разного возраста, пола и квалификации.

В качестве *обобщенных моделей* рассмотрены показатели мощности и емкости энергообеспечения квалифицированных гребцов 16–17 лет. Обобщенные модели отражают энергетический потенциал и указывают на возможности дальнейшего спортивного совершенствования, влияют на спортивную ориентацию гребцов в виде спорта.

В качестве *групповых моделей* рассмотрены показатели мощности и емкости энергообеспечения квалифицированных гребцов на байдарках, мужчин и женщин, которые специализируются на дистанции 200, 500 и 1000 м. Групповые модели включают специфические показатели мощности и емкости энергообеспечения, характерные для функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов на определенной соревновательной дистанции.

В качестве *индивидуальных моделей* рассмотрены наиболее высокие (уникальные) значения показателей, характерные для подготовленности гребцов высокого класса.

Обобщенные, групповые и индивидуальные модели подготовленности гребцов на байдарках включают три группы показателей:

- первая группа отражает энергетический потенциал гребцов. В нее входят показатели мощности и емкости анаэробного и аэробного энергообеспечения работы гребцов. Показатели уровня лактата крови ( $La$ ) регистрировались после 30-секундного ускорения, а также после выполнения всего комплекса тестовых заданий соответственно на 3 и 7, 3 и 5-й минутах восстановительного периода. Показатели  $\dot{V}O_{2max_{абс.}}$ ,  $\dot{V}O_{2max_{отн.}}$  регистрировались согласно протоколу измерения  $\dot{V}O_2$  (для юных квалифицированных гребцов) и в процессе моделирования отрезков соревновательной дистанции, в условиях реализации мощности и емкости энергообеспечения (у квалифицированных гребцов);

- вторая группа включает показатели, которые отражают эффективность энергообеспечения в процессе напряженных физических нагрузок. В зависимости от возраста и специализации гребцов регистрировались и интерпретировались удельные значения реакции легочной вентиляции, частоты сердечных сокращений (HR), потребления  $O_2$  и выделения  $CO_2$  ( $V_E \cdot CO_2^{-1}$  и  $VO_2 \cdot HR^{-1}$ );

- третья группа включает показатели работоспособности, которые характеризуют выход работы гребцов в процессе моделирования условий реализации аэробного и анаэробного энергообеспечения –  $\dot{W}$  10 с,  $\dot{W}$  30 с, WAT, а также интегральных проявлений мощности и емкости энергообеспечения –  $\dot{W}$  «критической» эргометрической мощности работы. В качестве условий работы нагрузки «критической» мощности для юных квалифицированных гребцов были рассмотрены критерии, представленные D. W. Hill [20], где показатели эргометрической мощности работы соответствовали показателям, зарегистрированным при достижении  $\dot{V}O_{2max}$ . Для квалифицированных гребцов во внимание принимались критерии, обоснованные D. C. Pool et al. [27], где показатели эргометрической мощности работы находились в пределах  $115,0 \pm 5,0 \% \dot{V}O_{2max}$ .

Определение нормативных параметров показателей энергообеспечения и специальной работоспособности основано на статистическом методе – правиле трех сигм. Для меньшего разброса в данных следовали первому правилу трех сигм, где анализировался интервал, который включал 68,27 % всех значений  $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ .

Для характеристики показателей обобщенных и групповых моделей использовали те из них, которые соответствовали интервалу  $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ . Этот модельный диапазон включал наибольшее количество показателей и характеризовал достаточный уровень подготовленности гребцов. Для характеристики показателей индивидуальных моделей использовали значения, которые соответствовали интервалу  $[x > \bar{x} + \sigma]$ , т. е. те, которые характеризуют индивидуальные уникальные функциональные возможности гребцов.

ТАБЛИЦА 1 – Комплекс тестов и показатели мощности и емкости энергообеспечения и работоспособности юных квалифицированных гребцов 16–17 лет

Тест	Параметр тестового задания	Регистрируемый показатель
Интенсивная разминка		
Тест 1 – тест 30 с	30-секундное ускорение	$\bar{W}$ , Вт
Период восстановления 1 ч и более		
Тест 2 – стандартная нагрузка (разминка)	6 мин, стандартная эргометрическая мощность работы: юноши – 100 Вт, девушки – 80 Вт	Контрольный показатель текущего состояния: тренировочный импульс, усл. ед.
Период восстановления 5 мин		
Тест 3 – ступенчато возрастающая нагрузка – «степ-тест»	Эргометрическая мощность работы I ступени: 120 Вт – юноши; 100 Вт – девушки. Приrost эргометрической мощности работы на каждой ступени – 20 Вт; длительность работы на ступени 4 мин. Работа проводится до отказа спортсмена поддерживать эргометрическую мощность работы на ступени	$\dot{V}O_2\max$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup> $V_E \cdot CO_2^{-1}$ , усл. ед. « $O_2$ -пульс», усл. ед. WAT, Вт
Период восстановления 5 мин		
Тест 4А* – нагрузка «критической» мощности	Эргометрическая мощность работы, при которой спортсмен достиг $\dot{V}O_2\max$ и поддерживал на уровне 90–100 % Длительность работы (Т) – до «отказа» (невозможность поддерживать заданную эргометрическую мощность работы)	Время (Т) устойчивости эргометрической мощности работы, при которой спортсмен достиг $\dot{V}O_2\max$ и поддерживал на уровне 95–100 %: ТЭМР 95 – 100 % $\dot{V}O_2\max$ , с*** $La$ , ммоль·л <sup>-1</sup> **** $\bar{W}$ 90 с (юноши); 60 с (девушки), Вт
Тест 4Б**	Эргометрическая мощность работы – 115 % $\dot{V}O_2\max$	MAOD, мл·кг <sup>-1</sup> $La$ , мл·л <sup>-1</sup> ****
Период восстановления – до восстановления частоты сердечных сокращений (HR) до 120 уд·мин <sup>-1</sup>		

\* Часть комплекса тестов в общеподготовительном периоде. \*\* Часть комплекса тестов в специально-подготовительном периоде. \*\*\* Допускалось отклонение от эргометрической мощности работы  $\dot{V}O_2\max \pm 10,0$  Вт. \*\*\*\* Забор крови проводился на 3- и 5-й минутах восстановительного периода после выполнения тестов 4А и 4Б (регистрировались наиболее высокие показатели).

ТАБЛИЦА 2 – Комплекс тестов и показателей мощности и емкости энергообеспечения и работоспособности квалифицированных гребцов, которые специализируются на дистанциях 200 и 500 м

Тест	Параметр тестового задания	Регистрируемый показатель
Индивидуальная разминка		
Период подготовки к тестированию 3 мин		
Тест 1 – анаэробный тест в зоне выхода мощности и емкости алактатного энергообеспечения работы	10-секундное ускорение	$\bar{W}$ , Вт
Период восстановления 3 мин		
Тест 2 – анаэробный тест в зоне выхода мощности лактатного энергообеспечения работы	Работа с максимальной интенсивностью 30 с	$\bar{W}$ , Вт $\bar{W}$ (25–30 с работы), Вт $La-1$ , ммоль·л <sup>-1</sup> *
Период восстановления 10 мин		
Тест 3 – анаэробный тест в зоне выхода мощности лактатного энергообеспечения работы	Работа с максимальной интенсивностью 90 с (мужчины), 60 с (девушки)	$\bar{W}$ , Вт $\dot{V}O_2\max$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup> $La-2$ , ммоль·л <sup>-1</sup> **

\* Забор крови проводился на 3–7-й минутах восстановительного периода; \*\* Забор крови проводился на 3–5-й минутах восстановительного периода (регистрировались наиболее высокие показатели).

**Моделирование контроля энергообеспечения специальной работоспособности гребцов.** В таблице 1 представлены комплекс тестов и показатели мощности и емкости энергообеспечения и работоспособности юных квалифицированных гребцов 16–17 лет, которые находятся на этапе подготовки к высшим достижениям.

В таблице 2 представлен комплекс тестов и показателей мощности и емкости энергообеспечения и работоспособности квалифицированных гребцов, которые специализируются на дистанциях 200 и 500 м, а в таблице 3 – которые специализируются на дистанции 1000 м.

В таблице 4 приведены индивидуальные модельные характеристики юных гребцов на байдарках, которые находятся на этапе подготовки к высшим достижениям. В этот период многолетней подготовки анализируются обобщенные, характерные для вида спорта модели подготовленности. Важную роль играют индивидуальные модели, которые характеризуют наиболее высокие (уникальные) возможности спортсменов.

В процессе анализа функциональной подготовленности на этапе подготовки к высшим достижениям возникают вопросы, связанные с будущей специализацией гребцов на байдарках и каноэ. Если результаты тестирования указывают на уникальные аэробные (для дистанции 1000 м) или анаэробные (для дистанций 200 и 500 м) возможности, то будущая спортивная ориентация гребцов не вызывает сомнения. Научные и эмпирические знания свидетельствуют о том, что на этапе специализи-

ТАБЛИЦА 3 – Комплекс тестов и показателей мощности и емкости энергообеспечения и работоспособности квалифицированных гребцов, которые специализируются на дистанции 1000 м

Тест	Параметр тестового задания	Регистрируемый показатель
<b>Индивидуальная разминка</b>		
Период подготовки к тестированию 3 мин		
Тест 1 – Моделирование начальной части стартового разгона	10-секундное ускорение	$\bar{W}$ , Вт
Период восстановления 3 мин		
Тест 2 – моделирование стартового разгона лодки: тест 30 с	Ускорение 30 с	$\bar{W}$ , Вт La-1, ммоль·л <sup>-1</sup> *
Период восстановления 10 мин		
Тест 3 – работа 4 мин, моделирование дистанции 1000 м	Моделирование соревновательной деятельности на дистанции 1000 м	$\bar{W}$ , Вт $\dot{V}O_2 \max_{отн.}$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup> $\dot{V}O_2 \max_{абс.}$ , л·мин <sup>-1</sup> $V_E \cdot VCO_2 = 1$ и 2 *** La-2, ммоль·л <sup>-1</sup> **

\* Забор крови проводился на 3- и 7-й минутах восстановительного периода (регистрировались наиболее высокие показатели). \*\* Забор крови на 3- и 5-й минутах восстановительного периода (регистрировались наиболее высокие показатели). \*\*\*  $V_E \cdot VCO_2^{-1}$ -1 регистрировалось в период устойчивого состояния;  $V_E \cdot VCO_2^{-1}$ -2 регистрировалось в условиях скрытого (компенсированного) утомления.

ТАБЛИЦА 4 – Обобщенные и индивидуальные модели показателей мощности и емкости энергообеспечения специальной работоспособности у юных квалифицированных гребцов на байдарках, (юноши (n = 60) и девушки (n = 60) 16–17 лет)

Показатель	Модель					
	$\bar{x} \pm \sigma$	обобщенная		индивидуальная		
		Показатели модельного диапазона				
		$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]^*$		$\bar{x} > \bar{x} + \sigma$		
	низкие значения $\bar{x} - \sigma$	высокие значения $\bar{x} + \sigma$	Д. Д.**	Ч. Д.***	С. Б.****	
<b>Юноши</b>						
$\dot{V}O_2 \max_{отн.}$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	63,3 ± 2,3	59,3	65,5	72,1	70,0	66,5
$\dot{V}O_2 \max_{абс.}$ , л·мин <sup>-1</sup>	5,5 ± 0,3	5,2	5,7	6,3	6,1	5,8
MAOD, мл·кг <sup>-1</sup>	20,3 ± 3,3	17,1	23,1	26,1	25,7	27,2
$\dot{V}O_2 \cdot HR^{-1}$ , усл. ед.	30,1 ± 2,0	28,2	32,0	30,0	28,1	33,0
$V_E \cdot VCO_2^{-1}$ , усл. ед.	28,7 ± 3,4	25,8	32,3	34,5	35,5	34,2
La max, ммоль·л <sup>-1</sup>	12,3 ± 2,2	10,1	14,1	15,9	17,9	16,4
$\bar{W}_{30 \text{ с}}$ , Вт	350,2 ± 23,1	328,5	371,3	400,0	380,0	415,0
$\bar{W}_{AT}$ , Вт	178,5 ± 15,4	164,2	192,0	220,0	220,0	196,0
$\bar{W} \dot{V}O_2 \max$ , Вт	219,6 ± 13,7	202,4	236,8	280,0	300,0	260,0
$\bar{W}_{90 \text{ с}}$ , Вт	156,2 ± 20,1	138,1	173,2	195,0	197,0	205
Т ЭМР 95 – 100 % $\dot{V}O_2 \max$ , с*****	30,2 ± 7,1	24,5	36,3	45,0	55,0	40,0
<b>Девушки</b>						
Показатель	$\bar{x} \pm \sigma$	низкие значения $\bar{x} - \sigma$	высокие значения $\bar{x} + \sigma$	С. В.**	К. С.***	Л. Т.****
$\dot{V}O_2 \max_{отн.}$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	57,9 ± 3,4	54,2	61,4	62,0	66,4	60,5
$\dot{V}O_2 \max_{абс.}$ , л·мин <sup>-1</sup>	4,0 ± 0,2	3,8	4,0	4,2	4,4	4,0
MAOD, мл·кг <sup>-1</sup>	14,3 ± 2,4	12,1	16,1	18,0	18,5	19,9
$\dot{V}O_2 \cdot HR^{-1}$ , усл. ед.	23,1 ± 1,5	21,4	25,4	23,5	23,0	27,0
$V_E \cdot VCO_2^{-1}$ , усл. е.	24,7 ± 2,3	22,3	27,0	30,0	31,5	29,2
La max, ммоль·л <sup>-1</sup>	11,0 ± 1,5	9,8	12,1	14,5	13,9	16,6
$\bar{W}_{30 \text{ с}}$ , Вт	290,9 ± 14,1	275,8	304,9	314,9	315,0	325,0
$\bar{W}_{AT}$ , Вт	74,3 ± 8,5	66,2	83,2	120,0	120,0	110,0
$\bar{W} \dot{V}O_2 \max$ , Вт	90,1 ± 9,5	81,0	97,0	140,0	140,0	120,0
$\bar{W}_{60 \text{ с}}$ , Вт	95,2 ± 12,1	84,1	105,0	109,0	110,0	112,0
Т ЭМР 95 – 100 % $\dot{V}O_2 \max$ , с*****	33,2 ± 7,0	27,5	39,3	45,0	60,0	45,0

\* Значения трех наиболее низких и наиболее высоких значений показателей в модельном диапазоне. \*\* Высокий интегральный уровень мощности и емкости энергообеспечения. \*\*\* Преимущественно высокий уровень мощности и емкости аэробного энергообеспечения. \*\*\*\* Преимущественно высокий уровень мощности и емкости анаэробного энергообеспечения. \*\*\*\*\* Допустимое отклонение от эргометрической мощности работы –  $\dot{V}O_2 \max \pm 10,0$  Вт.

ТАБЛИЦА 5 – Групповые и индивидуальные модели показателей мощности и емкости энергообеспечения специальной работоспособности у квалифицированных гребцов на байдарках, которые специализируются на дистанциях 200 и 500 м (мужчины, n = 60; женщины, n = 60)

Показатель	Модель					
	групповая			индивидуальная		
	$\bar{x} \pm \sigma$	Показатели модельного диапазона				
		[ $\bar{x} - \sigma$ ; $\bar{x} + \sigma$ ]*		$x > \bar{x} + \sigma$		
	низкие значения $\bar{x} - \sigma$	высокие значения $\bar{x} + \sigma$	С. В.**	К. С.***	Л. Т.****	
<b>Мужчины</b>						
La-1, ммоль·л <sup>-1</sup> *****	7,0 ± 1,1	6,1	8,0	10,2	9,9	10,1
La-2, ммоль·л <sup>-1</sup> *****	16,6 ± 2,5	14,9	18,7	20,9	21,9	19,0
$\dot{W}$ 10 с, Вт	419,5 ± 19,9	401,0	439,2	501,0	510,0	490,0
$\dot{W}$ 25–30 с (тест 30 с), Вт	400,7 ± 11,7	390,2	411,1	485,0	490,2	475,1
$\dot{W}$ 30 с, Вт	393,7 ± 15,7	388,2	407,1	475,2	500,2	463,0
$\dot{W}$ 90 с, Вт	247,7 ± 9,3	238,0	257,0	292,8	298,0	288,0
$\dot{V}O_2 \max_{\text{отн}}$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	64,1 ± 2,9	61,2	67,0	71,1	66,2	68,0
$\dot{V}O_2 \max_{\text{абс}}$ , л·мин <sup>-1</sup>	5,3 ± 0,3	5,0	5,5	6,2	5,5	6,0
<b>Женщины</b>						
Показатель	$\bar{x} \pm \sigma$	низкие значения $x - \sigma$	высокие значения $x + \sigma$	В. Н.**	С. Й.***	Б. М.****
La-1, ммоль·л <sup>-1</sup> *****	5,9 ± 1,1	4,3	7,2	7,9	9,7	8,7
La-2, ммоль·л <sup>-1</sup> *****	11,3 ± 2,3	9,1	13,3	16,1	18,9	17,1
$\dot{W}$ 10 с, Вт	285,1 ± 24,9	262,0	310,1	348,2	360,0	342,1
$\dot{W}$ 25–30 с (тест 30 с), Вт	261,2 ± 30,2	232,2	290,5	341,4	348,0	331,5
$\dot{W}$ 30 с, Вт	264,7 ± 25,5	242,2	289,0	330,3	340,0	310,0
$\dot{W}$ 60 с, Вт	180,1 ± 17,4	186,0	197,9	210,0	220,0	201,8
$\dot{V}O_2 \max_{\text{отн}}$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	55,5 ± 3,0	52,8	58,1	63,1	60,2	64,5
$\dot{V}O_2 \max_{\text{абс}}$ , л·мин <sup>-1</sup>	3,7 ± 0,3	3,4	3,9	4,2	4,0	4,3

\* Три наиболее низких и наиболее высоких значения показателей в модельном диапазоне. \*\* Высокий результат на дистанциях 200 и 500 м. \*\*\* Высокий результат на дистанциях 200 м. \*\*\*\* Высокий результат на дистанции 500 м. \*\*\*\*\* Три наиболее низких и наиболее высоких значения показателей в модельном диапазоне. \*\*\*\*\* Забор крови проводился на 3- и 7-й минутах восстановительного периода (регистрировались наиболее высокие показатели). \*\*\*\*\* Забор крови проводился на 3- и 5-й минутах восстановительного периода (регистрировались наиболее высокие показатели).

рованной базовой подготовки сложно определить специализацию гребцов на дистанции 200, 500 или 1000 м. В этот период показатели одаренных и хорошо подготовленных гребцов сбалансированы и имеют высокий уровень развития аэробных и анаэробных возможностей, которые характеризуют потенциал спортсменов. Стороны функциональной подготовленности гребцов-спринтеров и гребцов, которые специализируются на дистанции 1000 м, в полной мере могут быть раскрыты в процессе дальнейшего совершенствования в условиях повышения интенсификации специальной физической подготовки. Вместе с тем ряд показателей могут свидетельствовать о предрасположенности гребцов к определенному типу функционального обеспечения специальной работоспособности.

Для аэробного типа энергообеспечения характерны высокие уровни эргометрической мощности работы, при которой достигаются порог анаэробного обмена (WAT) и устойчивый уровень реакции потребления  $O_2$  при нарастающем напряжении нагрузки ( $\dot{V}O_2 \cdot HR^{-1}$ ), а для анаэробного – повышенные уровни концентрации лактата крови и высокие характеристики работы в процессе выполнения 30-секундного ускорения.

Последние данные функциональной диагностики свидетельствуют, что гребцы-спринтеры и гребцы-стайеры высокого класса имеют высокие значения аэробной мощности ( $\dot{V}O_2 \max$ ). Это связано с тем, что данный показатель отражает общий потенциал гребцов. Высокий уровень  $\dot{V}O_2 \max$  влияет на способность выполнять большой объем работы в процессе развития скоростных качеств, выносливости при работе анаэробного характера, а также на скорость восстановительных процессов. Это подтверждается высокими показателями интегральной мощности и емкости энергообеспечения работы – показателями аккумулярованного  $O_2$ -дефицита (MAOD), характерными для гребцов, которые специализируются на дистанции 1000 м и в спринтерских дисциплинах программы соревнований на байдарках [26].

Тем не менее очевидно, что выбор будущей специализации во многом зависит как от спортивного результата на конкретных дистанциях, так и от анализа специфических характеристик энергообеспечения и специальной работоспособности гребцов-спринтеров и стайеров. Эти данные приобретают особую актуальность на последующих этапах спортивного совершенствования.

ТАБЛИЦА 6 – Групповые и индивидуальные модели показателей мощности и емкости энергообеспечения специальной работоспособности у квалифицированных гребцов на байдарках, которые специализируются на дистанции 1000 м (мужчины, n = 60)

Показатель	Модели					
	групповая			индивидуальные		
	$\bar{x} \pm \sigma$	Показатели модельного диапазона				
		$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]^*$		$x > \bar{x} + \sigma$		
низкие значения $\bar{x} - \sigma$		высокие значения $\bar{x} + \sigma$	Л. С. **	Г. М. ***	П. Ч. ****	
Мужчины						
La-1, ммоль·л <sup>-1</sup> *****	7,5 ± 1,0	6,8	8,3	9,7	10,3	10,0
La-2, ммоль·л <sup>-1</sup> *****	14,4 ± 1,8	12,8	16,0	18,4	21,7	19,1
$\bar{W}$ 30 с, Вт	340,2 ± 20,1	322,5	365,9	390,0	398,0	409,0
$\bar{W}$ 4 мин, Вт	169,1 ± 14,0	155,0	183,3	195,3	190,0	201,0
$\dot{V}O_2 \max_{отн.}$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	65,0 ± 2,6	63,1	66,5	67,7	67,2	70,0
$\dot{V}O_2 \max_{абс.}$ , л·мин <sup>-1</sup>	5,5 ± 0,3	5,2	5,7	6,0	5,7	6,2
$V_E \cdot VCO_2^{-1}$ -1, усл. ед. *****	28,9 ± 2,9	26,2	31,1	31,0	30,2	31,9
$V_E \cdot VCO_2^{-1}$ -2, усл. ед. *****	31,0 ± 3,9	27,1	35,0	35,0	34,8	38,9

\* Три наиболее низких и наиболее высоких значения показателей в модельном диапазоне. \*\* Высокий интегральный уровень мощности и емкости энергообеспечения. \*\*\* Преимущественно высокий уровень мощности и емкости анаэробного энергообеспечения. \*\*\*\* Преимущественно высокий уровень мощности и емкости аэробного энергообеспечения. \*\*\*\*\* Забор крови проводился на 3- и 7-й минутах восстановительного периода (регистрировались наиболее высокие показатели). \*\*\*\*\* Забор крови проводился на 3- и 5-й минутах восстановительного периода (регистрировались наиболее высокие показатели). \*\*\*\*\* Средние значения показателя в период 90,0–120,0 с работы в тесте 4 мин. \*\*\*\*\* Средние значения показателя в период 160,0–190,0 с работы в тесте 4 мин.

### Модельные характеристики энергообеспечения специальной работоспособности гребцов.

В таблице 5 представлены модельные показатели квалифицированных гребцов в возрастном диапазоне 19–25 лет, которые специализируются на дистанциях 200 и 500 м. В этот период многолетней подготовки анализируются групповые, характерные для соревновательной дисциплины модели подготовленности. Важную роль играют индивидуальные модели, которые характеризуют наиболее высокие (уникальные) возможности гребцов-спринтеров.

Обращает на себя внимание тот факт, что высокие значения мощности и емкости энергообеспечения работы гребцов-спринтеров связаны не только с высокими показателями мощности и емкости анаэробного энергообеспечения. Из данных таблицы видно, что гребцы-спринтеры высокого класса обладают также высоким потенциалом аэробной мощности. У отдельных спортсменов абсолютные значения  $\dot{V}O_2 \max$  достигают уровня 6,0 л·мин<sup>-1</sup>. Можно предположить, что это является одним из требований к высокому уровню функциональной подготовленности гребцов-спринтеров. Очевидно, что проявления  $\dot{V}O_2 \max$  в большей степени оказывают влияние на эффективность преодоления соревновательной дистанции 500 м. Значения высокого уровня потребления  $O_2$  у гребцов, специализирующихся на дистанции 200 м, проявляются при выполнении большого объема скоростных упражнений. Высокая реактивность кардиореспираторной системы на достижение максимальной гипоксии нагрузки, интенсивное развитие гиперкапнии, характерные для режимов повторного выполнения тренировочной работы в процессе развития скоростных возможностей гребцов, стимулируют потребление

$O_2$ , позволяют более эффективно выполнить большой объем тренировочной работы [25].

В таблице 6 представлены показатели групповой модели и индивидуальных моделей показателей квалифицированных гребцов 19–25 лет, которые специализируются на дистанции 1000 м. Дистанция 1000 м у женщин в программе чемпионатов мира и Олимпийских игр не представлена.

Отличие характеристики энергообеспечения специальной работоспособности гребцов, которые специализируются на дистанции 1000 м, состоит в необходимости достижения высокого интегрального уровня мощности аэробного и анаэробного энергообеспечения и устойчивости энергетических реакций в процессе преодоления соревновательной дистанции. Отличительной особенностью функционального обеспечения гребцов, которые специализируются на дистанции 1000 м, является развитие утомления и его влияние на проявление специальной работоспособности на второй половине дистанции. При этом значительно возрастает роль компенсации утомления. Развитие функциональных возможностей в условиях компенсации утомления является одним из наиболее важных факторов повышения специальной работоспособности спортсменов в циклических видах спорта с проявлением выносливости. У гребцов высокого класса показатели  $V_E \cdot VCO_2^{-1}$  в период развития утомления по сравнению с периодом устойчивого состояния возрастают на 10–15 %. При этом характеристики дыхательного коэффициента (RER) не отличаются или отличаются незначительно, сохраняется высокий уровень потребления  $O_2$ . Это свидетельствует об увеличении интенсивности механизмов обеспечения

специальной работоспособности и компенсации утомления.

Диагностика кардиореспираторной системы и энергообеспечения работы в условиях развития утомления, а также оценка этой стороны функциональной подготовленности приводят к необходимости включения в групповые и индивидуальные модели физиологических показателей и показателей специальной работоспособности гребцов, которые характеризуют степень выраженности компенсации утомления.

Показатели ведущих спортсменов представляя собой наиболее оптимальный вариант структуры энергообеспечения специальной работоспособности гребцов. Вместе с тем в практике необходимо учитывать, что основная группа спортсменов имеет различия в проявлении мощности и емкости энергообеспечения специальной работоспособности. Сниженный уровень одного из компонентов влияет на структуру реакции кардиореспираторной системы и энергообеспечения работы. Это может быть причиной сниженной работоспособности гребцов. Более низкий уровень одного из компонентов реакции требует коррекции программы физической подготовки и применения режимов специальных тренировочных упражнений, которые могут быть ориентированы на индивидуальные характеристики эргометрической мощности работы. Режимы тренировочных упражнений могут быть подобраны с учетом выраженности компонентов реакции кардиореспираторной системы и энергообеспечения работы и оценены путем сравнения с модельными значениями показателей.

**Моделирование режимов тренировочных упражнений в процессе специальной физической подготовки (на примере гребцов, которые специализируются на дистанциях 200 и 500 м).** Проведена экспериментальная проверка реакции кардиореспираторной системы и энергообеспечения работы гребцов в процессе повторного выполнения режимов тренировочной работы преимущественно анаэробной направленности. В исследовании принимали участие 12 гребцов-спринтеров, у которых результат преодоления дистанции 200 м составлял 37:75,2–38:35,3 с и 500 м – 1:31,1–1:33,2 с.

Целью этого этапа работы являлась проверка соответствия достигнутых уровней реакции модельным характеристикам энергообеспечения гребцов на байдарках. За основу приняли четыре режима тренировочной работы, при которых показатели реакции кардиореспираторной системы и энергообеспечения работы могут достичь максимальных показателей в процессе многократного повторения отрезков интервальной работы. Тренировочная работа моделировала серию отрезков общей продолжительностью 4 мин. Этот период напряженной работы характеризуется достижением пиковых величин реакции анаэробного и аэробного энергообеспечения работы, в том числе в условиях повторного выполнения скоростных отрезков различной длительности [29].

В зависимости от длительности ускорений время работы на отрезке составляла: в серии I – 10 с (режим А), в серии II – 20 с (режим Б), в серии III – 30 с (режим В), в серии IV – 90 с (режим Г). Количество отрезков составляло: в серии I – восемь, в серии II – шесть, в серии III – четыре, в серии IV – два. В данной части эксперимента приняли участие 12 гребцов, которые имели наиболее высокие значения показателей на дистанции 200 и 500 м.

Отличия серий составили различные соотношения интенсивности и длительности нагрузки, а также времени, отведенного на восстановление спортсменов в паузах между сериями. Нагрузки отличались различной степенью мобилизации компонентов анаэробного энергообеспечения. В разных упражнениях акценты были сделаны на развитие мощности и емкости анаэробного лактатного энергообеспечения (отрезки 10 с и 20 с), мощности и емкости анаэробного лактатного (гликолитического) энергообеспечения (отрезки 60 и 90 с).

Показатели потребления  $O_2$  регистрировались при выполнении второго и последнего отрезков серии. Показатели отношения легочной вентиляции и выделения  $CO_2$  анализировались в период восстановления после последнего отрезка при работе длительностью 10, 20 и 30 с и на последних 30 с работы на последнем отрезке длительностью 90 с. Показатели концентрации лактата крови анализировались после выполнения последнего отрезка серии на 3- и 5-й минутах восстановительного периода. Результаты анализа приведены в таблице 7.

ТАБЛИЦА 7 – Показатели реакции кардиореспираторной системы и энергообеспечения работы гребцов-спринтеров на байдарках в условиях повторного выполнения упражнений при работе анаэробной направленности (n = 12)

Режим работы	Номер отрезка в серии	$VO_2$ , л·мин <sup>-1*</sup>			$V_E \cdot VCO_2^{-1}$ , усл. ед. **			$La$ , ммоль·л <sup>-1***</sup>		
		$\bar{x}$	S	V	$\bar{x}$	S	V	$\bar{x}$	S	V
А	VIII	3,0	0,3	10,0	35,1	2,1	6,0	4,1	0,2	4,9
Б	VIII	3,2	0,3	9,4	32,8	2,3	7,0	6,1	0,3	4,9
В	IV	4,5	0,4	8,9	34,9	3,3	9,5	10,9	1,0	9,2
Г	II	5,7	0,4	7,0	36,2	3,6	9,9	13,2	1,0	7,6

\* Средние показатели на последних 10 с работы на отрезке. \*\* Средние показатели на первых 30 с периода восстановления. \*\*\* Забор крови проводился на 3- и 7-й минутах периода восстановления.

Из данных таблицы видно, что высокий уровень реакции кардиореспираторной системы и энергообеспечения работы характерен для всех режимов работы. Отличается структура реакции. Характер реакции при выполнении работы в режимах А, Б, В, Г отличается общими особенностями, а также индивидуальными проявлениями реакции кардиореспираторной системы и энергообеспечения работоспособности спортсменов однородной группы. Диапазон индивидуальных различий зарегистрированных показателей не превышал 15 % (по коэффициенту вариаций V). Это свидетельствовало о типологических особенностях реакции гребцов на каждый из режимов тренировочных упражнений различной длительности и интенсивности.

Анализ средних значений показателей позволил установить, что в процессе выполнения режимов А и Б (близких по характеру энергообеспечения) отмечен различный уровень реакции дыхания и концентрации лактата крови. В процессе выполнения режима А показатели  $V_E \cdot VCO_2^{-1}$  были выше на 6,6 %, чем при выполнении режима Б. При этом уровень концентрации лактата крови в процессе выполнения режима Б был выше на 32,8 %, чем при выполнении режима А. Этот факт целесообразно использовать в системе физической подготовки в качестве сочетания режимов А и Б, когда режим Б стимулирует мощность и емкость анаэробного алактатного энергообеспечения, режим А увеличивает реакции дыхательной компенсации метаболического ацидоза в условиях интенсивной двигательной деятельности и, как следствие, влияет на компенсацию нарастающего утомления в процессе выполнения значительного объема тренировочной работы такого типа.

По сравнению с режимами А и Б, в процессе выполнения режима В возрастает мощность анаэробного гликолитического энергообеспечения. В процессе его выполнения уровни концентрации лактата крови возрастают на 44 % по сравнению с режимом Б, при этом различия отношения легочной вентиляции и выделения  $CO_2$ , зарегистрированные при выполнении режимов А и В, практически отсутствуют и составляют 0,6 % по средней величине показателя. При выполнении серии отрезков в режиме В уровень потребления  $O_2$  по сравнению с режимом А возрастает на 28,9 %.

В процессе выполнения упражнений в режиме Г увеличиваются все показатели реакции кардиореспираторной системы и энергообеспечения. Его применение приводит к реализации всех компонентов анаэробного энергообеспечения, кардиореспираторной системы, а также сопровождается достижением высоких характеристик мощности аэробного энергообеспечения. В процессе выполнения упражнений в режиме Г, по сравнению с режимом В, уровни реакции возросли: по  $VO_2$  – на 21,1 %, по  $V_E \cdot VCO_2^{-1}$  – на 3,6 %, по La – на 17,4 %. Высокие показатели реакции свидетельствуют о реализации мощности и емкости энергообеспечения.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют, что различные варианты режимов тренировочных

упражнений повышают уровень анаэробного энергообеспечения работы, при этом отличия составляют механизмы реализации анаэробной алактатной и лактатной мощности и емкости энергообеспечения, роль аэробного энергообеспечения и степень выраженности механизмов компенсации утомления.

В процессе анализа показателей, зарегистрированных в процессе выполнения работы в режимах А, Б, В и Г, отмечены значения мощности и емкости энергообеспечения работы, которые соответствуют модельным характеристикам, представленным в групповых и индивидуальных моделях подготовленности квалифицированных гребцов. Также следует учитывать, что в процессе моделирования тренировочных нагрузок были использованы индивидуальные параметры эргометрической мощности работы, зарегистрированные в процессе тестирования, направленного на оценку функциональных возможностей гребцов.

Приведенные данные свидетельствуют, что модельные характеристики мощности и емкости энергообеспечения, а также модельные характеристики эргометрической мощности работы могут быть использованы в системе физической подготовки для контроля и оценки энергетических возможностей гребцов, а также при планировании тренировочных занятий, направленных на развитие скоростно-силовых возможностей, выносливости при работе анаэробного и аэробного характера.

На основании этого показаны возможности дифференциации режимов тренировочной работы по направленности на развитие компонентов специальных функциональных возможностей (реакции кардиореспираторной системы и анаэробного компонентов энергообеспечения работы) с учетом сниженных сторон подготовленности гребцов-спринтеров.

**Результаты исследования.** До настоящего времени вопросы моделирования специальной физической подготовки рассматривались на основе общих закономерностей развития двигательных качеств и функциональных возможностей спортсменов. Содержание физической подготовки и структура функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов широко представлены в специальной литературе [3, 5, 13]. Обоснованы характеристики выносливости, скоростных и силовых возможностей гребцов [2, 9]. Представлены характеристики реакции кардиореспираторной системы и энергообеспечения работы спортсменов в гребле на байдарках и каноэ разного возраста, пола и квалификации [7, 14]. До настоящего времени наиболее разработанными считались модельные характеристики функциональных возможностей гребцов, где подробно рассматривалась структура энергообеспечения спортсменов. Они включали показатели мощности, емкости, подвижности системы энергообеспечения, силовых возможностей гребцов [26, 30]. Разработаны методические основы физической подготовки гребцов на байдарках и каноэ с учетом структуры функциональных возможно-

стей спортсменов [3, 5]. Вместе с тем совершенствование организационных и методических основ спортивной подготовки диктует необходимость увеличения специализированной направленности тренировочного процесса, строгого учета и систематизации возрастных, половых, квалификационных особенностей спортсменов, специализации и целевых установок этапа спортивного совершенствования гребцов. Эти данные в специальной литературе изложены недостаточно и мало увязаны с общей стратегией периодизации спортивной тренировки.

Одним из рациональных путей увеличения эффективности тренировочного процесса современная теория спорта рассматривает совершенствование моделирования спортивной подготовки спортсменов. Проведенные исследования, результаты их внедрения в практику свидетельствуют о резервах повышения эффективности специальной физической подготовки на основе совершенствования моделирования ведущих характеристик функциональной подготовленности, в том числе, их ключевой составляющей – энергообеспечения специальной работоспособности гребцов [24, 25, 29].

Основанием для совершенствования моделирования в гребном спорте являются методологические основы теории спорта [12], а инструментом реализации этого подхода – систематизация обобщенных, групповых и индивидуальных моделей, определение их места и роли в системе физической подготовки спортсменов. Особый интерес представляют индивидуальные модели. Они ориентированы на наиболее высокие (уникальные) показатели и являются своего рода прообразом будущих требований к уровню функциональной подготовленности гребцов.

В современной теории спорта подчеркнуто, что в основе повышения эффективности специальной физической подготовки лежит взаимосвязь моделирования с контролем, отбором и спортивной ориентацией, планированием, разработкой системы тренировочных воздействий, периодизацией тренировочного процесса в системе многолетней подготовки гребцов на байдарках и каноэ [12]. Это послужило методологической основой для проведения собственных исследований.

В результате проведенного научного анализа представлены основания для совершенствования моделирования спортивной подготовки на основе показателей мощности и емкости энергообеспечения гребцов. В качестве одного из факторов повышения эффективности моделирования показаны новые возможности контроля, оценки и интерпретации показателей мощности и емкости энергообеспечения гребцов с учетом возраста, квалификации, специализации спортсменов, целевых установок этапа спортивного совершенствования. Они основаны на применении комплексов тестовых заданий, которые позволили зарегистрировать ведущие физиологические характеристики и показатели работоспособности в условиях реализации компонентов мощности и емкости аэробного и анаэробного энергообеспечения. Модификация тестовых заданий для гребцов разного

возраста и квалификации проведена в соответствии с целевыми установками этапа многолетней подготовки. На этой основе разработаны обобщенные и индивидуальные модели, параметры которых свидетельствуют о перспективных возможностях и спортивной ориентации юных квалифицированных гребцов, а также групповые и индивидуальные модели, в большей степени ориентированные на оценку специальной подготовленности гребцов и управление тренировочными и соревновательными нагрузками квалифицированных гребцов на последующих этапах спортивного совершенствования.

Реализация системного подхода к моделированию позволила уточнить показатели мощности и емкости энергообеспечения специальной работоспособности гребцов на байдарках на этапах многолетней подготовки. Нормативные значения показателей  $\dot{V}O_2\max$  возросли на 8–12 %, концентрации лактата крови – на 10–12 %, работоспособности в зоне выхода мощности и емкости анаэробного и аэробного энергообеспечения соответственно на 20–30 и 10–20 %. Это соответствует тенденции роста показателей, представленных в специальной литературе за последнее десятилетие [1, 22, 26, 27]. В процессе моделирования традиционные показатели мощности и емкости энергообеспечения специальной работоспособности ( $\dot{V}O_2\max$ , La, W) дополнены показателями эффективности энергообеспечения работы, а также способами интерпретации этих показателей (MAOD,  $VO_2 \cdot HR^{-1}$ ,  $V_E \cdot CO_2^{-1}$ ) [6]. Более точную информацию об энергообеспечении работы дает обобщенная трактовка показателей аэробной мощности ( $\dot{V}O_2\max_{абс.}$  и  $\dot{V}O_2\max_{отн.}$ ), анаэробной мощности (La после серии анаэробных тестов 10 и 30 с) и емкости (La после выполнения нагрузки «критической» мощности), интегральный показатель емкости энергообеспечения (MAOD), различия реакции кардиореспираторной системы в условиях устойчивого состояния и при развитии утомления ( $V_E \cdot CO_2^{-1}$ ).

Показаны новые возможности индивидуализации тренировочного процесса на основе обоснования режимов тренировочных нагрузок в соответствии с параметрами работоспособности в процессе реализации мощности и емкости аэробного и анаэробного энергообеспечения. Они основаны на выборе параметров работы в соответствии с индивидуальными показателями эргометрической мощности и ориентированы на модельные физиологические характеристики работоспособности гребцов.

Это позволило разработать новые модельные характеристики подготовленности гребцов и систематизировать функции моделирования для отбора и спортивной ориентации, а также для управления физическими нагрузками на этапах подготовки к высшим достижениям и реализации индивидуальных возможностей спортсменов.

### Выводы

1. Отсутствует системный подход к моделированию характеристик мощности и емкости энергообеспечения

работоспособности гребцов, основанный на разработке обобщенных, групповых и индивидуальных моделей подготовленности, к обоснованию путей их рационального использования в системе физической подготовленности гребцов на байдарках в зависимости от пола, возраста, специализации, этапа многолетней подготовки.

2. Разработан алгоритм моделирования с дидактически обоснованной последовательностью действий:

а) моделирование системы контроля и оценки, которая включает обоснование системы тестовых заданий и информативных характеристик мощности и емкости энергообеспечения;

б) разработка моделей – формирование структуры моделей и нормативных характеристик показателей. Интерпретация количественных и качественных характеристик моделей с учетом возраста, квалификации и специализации гребцов на байдарках;

в) моделирование режимов работы в процессе специальной физической подготовки гребцов – разработка нормативных параметров показателей мощности и емкости энергообеспечения работы.

3. Разработаны обобщенные, групповые и индивидуальные модели показателей мощности и емкости энергообеспечения специальной работоспособности гребцов на байдарках.

• Обобщенные модели включают характеристики юных квалифицированных гребцов, которые находятся на этапе подготовки к высшим достижениям. Интерпре-

тация показателей мощности и емкости аэробного и анаэробного энергообеспечения ( $\dot{V}O_2\max_{\text{отн.}}$ ,  $\dot{V}O_2\max_{\text{абс.}}$ , MAOD,  $VO_2 \cdot HR^{-1}$ ,  $V_E \cdot VCO_2^{-1}$ , La) и эргометрической мощности работы ( $\bar{W} 30$  с;  $W AT$ ,  $\bar{W} \dot{V}O_2\max$ ,  $T \dot{V}O_2\max$ ) направлена на повышение эффективности отбора и спортивной ориентации для спортивного совершенствования в гребле на байдарках.

• Групповые модели включают характеристики квалифицированных гребцов, которые специализируются на дистанциях 200, 500 и 1000 м. Интерпретация показателей аэробного и анаэробного энергообеспечения ( $\dot{V}O_2\max_{\text{отн.}}$ ,  $\dot{V}O_2\max_{\text{абс.}}$ ,  $V_E \cdot VCO_2^{-1}$ , La) и эргометрической мощности работы ( $\bar{W} 30$  с (тест 30 с),  $\bar{W} 90$  и 180 с в тесте 4 мин,  $\bar{W}$  тест 4 мин) направлена на оценку уровня подготовленности, поиск резервов повышения специальной работоспособности, коррекцию тренировочного процесса с учетом специализации гребцов.

• Индивидуальные модели включают количественные характеристики гребцов высокого класса, которые имеют наиболее высокие (уникальные) индивидуальные значения показателей, выше характеристик обобщенных и групповых моделей.

4. Совершенствование средств специальной физической подготовки гребцов основано на моделировании режимов тренировочных упражнений в соответствии с индивидуальными параметрами работы с учетом реализации характеристик мощности и емкости энергообеспечения специальной работоспособности.

## ■ Литература

1. Ван Вейлун, Дьяченко А. Контроль спеціальної роботоzдатності кваліфікованих веслувальників на байдарках і каное на дистанції 500 і 1000 м [Control for special work capacity of skilled kayakers and canoeists at 500 and 1000 m distances]. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2018;3:10–4.
2. Го П, Дьяченко АЮ. Специфические характеристики функционального обеспечения выносливости при работе анаэробного характера гребцов на каное [Specific characteristics of endurance functional provision in canoeists during anaerobic work]. *Педагогіка, психологія та мед.-біол. проблеми фіз. виховання і спорту*. 2014;12:23–30.
3. Дьяченко АЮ. Современная концепция совершенствования специальной выносливости спортсменов высокого класса в гребном спорте [Modern concept of improving special endurance in highly skilled rowers]. *Наука в олимпийском спорте*. 2007;1:54–61.
4. Дьяченко ВФ. Особенности динамики параметров функциональной подготовленности гребцов на байдарках на разных этапах многолетней подготовки [Features of the dynamics of functional fitness parameters in kayakers at different stages of long-term preparation]. *Наука в олимпийском спорте*. 2001;2:86–93.
5. Иссурин ВБ. Основы общей теории водных спортивных локомоций [Bases of general theory of aquatic sports locomotions]. *Теория и практика физической культуры*. 1998;8:44–7.
6. Лисенко ОМ. Зміни фізіологічної реактивності серцево-судинної та дихальної системи на зрушення дихального гомеостазу при застосуванні комплексу засобів стимуляції роботоzдатності [Changes of physiological reactivity of cardiovascular and respiratory systems to respiratory homeostasis shifts during usage of the complex of means for work capacity stimulation]. *Фізіологічний журнал*. 2012;5:70–7.
7. Лысенко Е, Шинкарук О, Самуйленко В, и др. Особенности функциональных возможностей гребцов на байдарках и каное высокой квалификации [Peculiarities of functional capacities of highly skilled kayakers and canoeists]. *Наука в олимпийском спорте*. 2004;2:55–61.
8. Матвеев ЛП. *Модельно-целевой подход к построению спортивной подготовки в макроциклах: актовая речь [Model targeted approach to sports training design in macrocycles: commencement address]*. М.: РГАФК; 2001. 47 с.
9. Мищенко В, Дьяченко А, Томяк Т. Индивидуальные особенности анаэробных возможностей как компонента специальной выносливости спортсменов [Individual features of anaerobic capacities as a component of athletes' special endurance]. *Наука в олимпийском спорте*. 2003;1:57–62.
10. Мищенко ВС, Лысенко ЕН, Виноградов ВЕ. *Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте [Cardiorespiratory system reactive properties as the adaptation reflection to strenuous physical training in sport]*: монография. Київ: Науковий світ; 2007. 352 с.
11. Платонов ВН. *Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте [System of athletes' preparation in the Olympic sport]*. Киев: Олимпийская литература; 2004. 808 с.
12. Платонов ВН. *Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения [System of athletes' preparation in the Olympic sport. General theory and its practical applications]*: учебник: в 2 т. Киев: Олимпийская лит.; 2015.
13. Стеценко ЮН. *Функциональная подготовка спортсменов-гребцов различной квалификации [Functional preparation of rowers of different skill levels]*: учеб. пособ. Киев: УГУФВС; 1994. 191 с.
14. Шинкарук ОА. Подготовка спортсменки высокого класса в гребле на байдарках к главным соревнованиям макроцикла [Preparation of highly skilled kayakers for the major macrocycle competitions]. В сб.: *Олімпійський спорт і спорт для всіх: 14-й міжнар. наук. конгрес, присвячується 80-річчю НУФВСУ*; 2010 Жовт. 5–8; Київ. Київ: НУФВСУ; 2010. с. 142.
15. Шустин БН. *Моделирование спорте высших достижений [Modeling in elite sport]*. М.: РГАФК; 1995. 104 с.

16. Ackland TR, Ong KB, Kerr DA, Ridge BR. Morphological characteristics of Olympic sprint canoe and kayak paddlers. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2003;3:285–94.
17. Bishop D, Bonetti D, Dawson B. The influence of pacing strategy on  $\dot{V}O_2$  and supra-maximal kayak performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2002;34(6):1041–7.
18. Carrasco PL, Martinez DCI, De Hoyo LM, Sanudo CB, Ochiana N. Reliability and validity of a discontinuous graded exercise test on Dansprint[R] ergometer. *Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport/Science, Movement and Health*. 2010;10(2):148.
19. Fontes EB, Borges TO, Altimari LR, Melo JC, Okano AH, Cyrino ES. Influência do número de coordenadas e da seleção de distâncias na determinação da velocidade crítica na canoagem de velocidade. *Rev Bras Ciên Mov*. 2002;10:161.
20. Hill DW. The critical power concept: a review. *Sport Medicine*. 1993;16(4):237–54.
21. Jones M, Wilkerson DP, Vanhatalo A, Burnley M. Influence of pacing strategy on  $O_2$  uptake and exercise tolerance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2002;18(5):615–26.
22. López-Plaza D, Alacid F, Muyor JM, López-Miñarro PÁ. Sprint kayaking and canoeing performance prediction based on the relationship between maturity status, anthropometry and physical fitness in young elite paddlers. *J Sports Sci*. 2017;35(11):1083–90.
23. Michael JS, Rooney KB, Smith R. The Metabolic demands of kayaking: a review. *J Sports Sci Med*. 2008;7(1):1–7.
24. Morton RH, Billat V. Maximal endurance time at  $\dot{V}O_{2max}$ . *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32:1496–504.
25. Nakamura FY, Borges TO, Sales OR, Cyrino ES, Kokubun E. Estimativa del costo energético y contribución de las diferentes vías metabólicas en el canotage de velocidad. *Rev Bras Med Esporte*. 2004;10(2):17–29.
26. Nikonorov A. Power development in sprint canoeing. In: Isorna Folgar M, et al. *Training Sprint Canoe*. Editora; 2015. p. 169–83.
27. Pool DC, Burnley M, Vanhatalo A, Rossiter HB, Jones AM. Critical power: an important fatigue threshold in exercise physiology. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2016;48(11):2320–34.
28. Rosdahl HG, Gullstrand L. Evaluation of the Oxycon Mobile metabolic system against the Douglas bag method. *European Journal of Applied Physiology*. 2009;109(2):159–71.
29. Withers RT, Ploeg G, van der, Finn JP. Oxygen deficits incurred during 45, 60, 75 and 90–smaximal cycling on an air–braked ergometer. *Eur J Appl Physiol*. 1993;67(2):185–91.
30. Zamparo P, Capelli C, Guerrini G. Energetics of kayaking at submaximal and maximal speeds. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1999;80:542–8.

**Автор для корреспонденции:**

Дьяченко Андрей Юрьевич – д-р наук по физ. воспитанию и спорту, проф., кафедра водных видов спорта, Национальный университет физического воспитания и спорта Украины; Украина, 03150, Киев, ул. Физкультуры, 1; <https://orcid.org/0000-0001-9781-3152> [adnk2007@ukr.net](mailto:adnk2007@ukr.net)

**Corresponding author:**

Dyachenko Andrey – Dr. Sc in Physical Education and Sport, prof., Department of Water Sport, National University of Ukraine on Physical Education and Sport; Ukraine, 03150, Kyiv, 1, Fizkultury Str.; <https://orcid.org/0000-0001-9781-3152> [adnk2007@ukr.net](mailto:adnk2007@ukr.net)

Поступила 03.11.2018