

УДК 797.12.071.5

к-835

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ
УКРАЇНИ

КРОПТА РУСЛАН ВІТАЛІЙОВИЧ

УДК: 797.12.071.5

**МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПІДГОТОВЛЕННОСТІ
ВЕСЛЯРІВ НА ЕТАПІ МАКСИМАЛЬНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ
ІНДИВІДУАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ**

24.00.01 – Олімпійський і професійний спорт

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата наук з фізичного
виховання і спорту



КИЇВ – 2004

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Національному університеті фізичного виховання і спорту України, Державний комітет України з питань фізичної культури і спорту.

Науковий керівник –

доктор біологічних наук, професор

Приймаков Олександр Олександрович,

Національний університет фізичного виховання і спорту України, професор кафедри біології людини.

Офіційні опоненти:

доктор педагогічних наук, професор

Бізін Віктор Петрович,

Військовий інститут внутрішніх справ МВС України, професор кафедри фізичної підготовки і спорту;

кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник

Павлік Анатолій Іванович,

Державний науково-дослідний інститут фізичної культури і спорту, завідувач лабораторії діагностики функціонального стану.

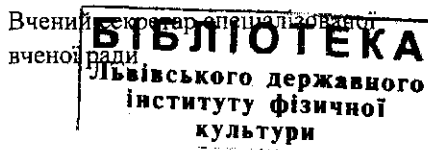
Провідна установа:

Львівський державний інститут фізичної культури, Державний комітет України з питань фізичної культури та спорту, м. Львів.

Захист відбудеться 29 жовтня 2004 року о 16.00 на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.829.01 Національного університету фізичного виховання і спорту України (03680, Київ – 150, вул. Фізкультури, 1).

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Національного університету фізичного виховання і спорту України (03680, м. Київ – 150, вул. Фізкультури, 1).

Автореферат розісланий 28 вересня 2004 року.



В.І. Воронова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. Керування тренувальною і змагальною діяльністю кваліфікованих спортсменів в умовах інтенсивного зростання результатів у сучасному спорті ефективно лише в тому випадку, якщо воно базується на результатах дослідження біологічного підґрунтя адаптаційних перебудов і працездатності організму спортсмена (Ф.З. Меєрсон, 1984; В.Н. Платонов, 1988; А.А. Віру та ін., 1993; Л.П. Матвеев, 1999). Такі дослідження раціонально робити з використанням системного підходу (В.А. Шидловський, 1973; П.К. Анохін, 1975; А. М. Чернух та ін., 1975; М. М. Хананашвілі та ін., 1976; О.С. Адріанов, 1983; К.В. Судаков, 1987), що у класичному смислі означає залучення як умога більшої кількості даних для пояснення того чи іншого явища. Кількісний системний підхід (В.В. Парін, Р.М. Баєвський, 1966; Д.В. Петріченко, 1989; В.Н. Селуянов, 1991), що розглядає біологічні динамічні системи з позицій керування і широко використовує математичні методи і сучасні можливості комп'ютерної техніки для процесів моделювання фізіологічних функцій, дозволяє одержати схематичну, абстраговану від другорядних деталей суть процесу адаптації функцій організму спортсмена до тренувальних і змагальних навантажень.

1578 Специфічні особливості спортивної техніки, що вимагають суворо визначеної реакції фізіологічних систем у різних умовах м'язової діяльності в різних видах спорту, не дозволяють достеменно діагностувати рівень спеціальної працездатності яким-небудь єдиним колом функціональних параметрів навіть у подібних спортивних дисциплінах. Тому моделювання різних сторін підготовленості спортсменів, що враховують особливості спортивної спеціалізації, представляється актуальною задачею, тому що дозволяє глибше зрозуміти механізми, що стали підґрунтям адаптації організму до обраної тренувальної та змагальної діяльності.

Проблема керування підготовкою веслярів-академістів пов'язана як зі складністю процесу сучасного тренування, зростанням спортивних результатів на міжнародній арені, так і з відсутністю єдиних методологічних підходів до комплексної оцінки функціональної підготовленості веслярів з урахуванням характеру багаторічної підготовки і специфіки змагальної діяльності. Ці умови обумовлюють необхідність пошуку додаткових резервів підвищення функціональних можливостей веслярів. Серед цих резервів важливе місце посідають можливості кардіореспіраторної системи організму, що визначають енергетику змагальної діяльності та рівень реалізації функціонального потенціалу у видах спорту з циклічною структурою рухів.

Все це вимагає застосування системного підходу при моделюванні функціональної підготовленості із включенням в оцінку соматичних, вегетативних і регуляторних компонентів рухової діяльності спортсменів-веслярів. Дослідження моделей структури функціональної підготовленості спортсменів-академістів і з'ясування чинників, що забезпечують її формування

на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей, дозволить об'єктивізувати підходи до адекватного вибору критеріїв керування підготовкою веслярів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до “Зведеного плану НДР Державного Комітету України з питань фізичної культури і спорту на 2001—2005 р.” за темою 1.3.1 “Модельні характеристики системної діяльності організму людини в процесі довгострокової адаптації до фізичних навантажень” № державної реєстрації 0101U004945.

Мета роботи – обґрунтувати особливості моделювання функціональних можливостей кардіореспіраторної системи веслярів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей.

Задачі роботи:

1. Вивчити закономірності адаптації веслярів-академістів високої кваліфікації до тренувальних і змагальних навантажень у сучасних умовах спортивного тренування.

2. Дослідити організацію структури функціональної підготовленості спортсменів-академістів високої кваліфікації на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей.

3. З'ясувати провідні чинники, що визначають формування структури функціональної підготовленості веслярів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей.

4. Розробити моделі функціональної підготовленості веслярів-академістів у процесі адаптації до фізичних навантажень на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей.

Об'єкт дослідження – структура функціональної підготовленості кваліфікованих веслярів-академістів.

Предмет дослідження – взаємозв'язки і співвідношення компонентів структури функціональної підготовленості кваліфікованих веслярів-академістів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей.

Методи дослідження. Методологія дослідження будувалася на системному підході, що припускає розгляд цілісного об'єкта з позицій взаємодії складових його компонентів, чия спільна діяльність спрямована на досягнення корисного пристосувального результату.

Організаційне підґрунтя досліджень складо проведення біологічного і педагогічного аналізу, спрямованого на виявлення ключових особливостей формування структури функціональної підготовленості веслярів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей. Для рішення поставлених задач у роботі були застосовані методи теоретичного аналізу і узагальнення даних спеціальної літератури, спостереження тренувальної та змагальної

діяльності спортсменів-веслярів високої кваліфікації, педагогічний експеримент, який вміщував тестування спеціальної працездатності висококваліфікованих спортсменів і моніторинг кардіореспіраторної системи. Також використовувалися методи логічного і статистичного аналізу даних, методи математичного моделювання.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що при проведенні досліджень вперше:

- вивчено закономірності взаємодії провідних процесів енергетичного забезпечення м'язової діяльності кваліфікованих веслярів-академістів при виконанні навантажень спеціального характеру;
- виявлено особливості формування структури функціональної підготовленості, її вплив на спеціальну працездатність веслярів-академістів, які знаходяться на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей;
- виявлені внутрішньо- та міжсистемні взаємозв'язки різних сторін функціональних можливостей дихання і кровообігу, що формуються на основі адаптації до тренувальної і змагальної діяльності кваліфікованих веслярів;
- визначено оптимальні співвідношення компонентів структури функціональних можливостей кардіореспіраторної системи кваліфікованих веслярів;
- розроблено моделі структури функціональної підготовленості веслярів-академістів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей.

Практичне значення отриманих результатів полягає у підвищенні якості медико-біологічного забезпечення тренувального процесу кваліфікованих веслярів-академістів; застосуванні результатів дослідження при плануванні та організації процесу підготовки веслярів, які знаходяться на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей; прогнозуванні багаторічної динаміки функціональної підготовленості кваліфікованих веслярів; використанні отриманих моделей для спеціалізації та індивідуалізації спортивного тренування кваліфікованих веслярів, а також при відборі та орієнтації веслярів на заключних етапах спортивного удосконалення. Результати дослідження впроваджені в практику підготовки спортсменів-веслярів, що підтверджується актом впровадження.

Особистий внесок здобувача. Автором сформульовані мета, задачі, а також визначені методичні підходи досліджень. Ним проведений аналіз науково-методичної літератури і визначена актуальність досліджуваної проблеми. Особистий внесок здобувача є визначальним в організації та проведенні дослідження, інтерпретації результатів і формулюванні висновків. Особистий внесок в публікаціях в співавторстві полягає в організації досліджень, проведенні аналізу даних і (частково) інтерпретації отриманих результатів.

Апробація результатів дослідження. Основні результати дослідження повідомлені та обговорені на IV Міжнародному конгресі «Сучасний олімпійський спорт: проблеми здоров'я, рекреації, спортивної медицини і реабілітації» (2000

р.), VI Міжнародної конференції «Молода спортивна наука України» (2002 р.), VIII Міжнародної конференції «Молода спортивна наука України» (2004 р.), VIII Міжнародному науковому конгресі «Сучасний олімпійський спорт і спорт для всіх» (2004 р.), на кафедрі біології людини Національного університету фізичного виховання і спорту України.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 9 наукових праць, сім з яких – статті в наукових журналах і збірках, рекомендованих Вищою атестаційною комісією України. Дві публікації із зазначених – в співавторстві.

Структура дисертації. Дисертація викладена на 187 сторінках комп'ютерної верстки, складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, практичних рекомендацій. Список використаної літератури вміщує 241 джерело, з яких 54 – іноземні. Дисертація ілюстрована 21 таблицею і 19 рисунками.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У *першому розділі* роботи «**Функціональна підготовленість веслярів високої кваліфікації у світлі сучасної теорії функціональних систем**» розглядаються питання адаптації організму веслярів до тренувальних і змагальних навантажень з позицій системного підходу, що дозволили вивчити фізіологічні механізми тренуваності кваліфікованих веслярів в умовах взаємодії організованих компонентів, які адаптуються до фізичних навантажень і щонайкраще забезпечують досягнення заздалегідь запрограмованого результату.

У розділі проаналізовані праці вітчизняних і закордонних авторів, спрямовані на дослідження прояву спеціальної працездатності в академічному веслуванні. Установлено зв'язок між спеціальною працездатністю веслярів, рівнем розвитку і характером прояву енергетичних можливостей організму. У той же час підкреслено, що питання співвідношення і взаємодії біоенергетичних процесів в умовах тренувальної і змагальної діяльності веслярів вивчені недостатньо.

В *другому розділі* «**Методи та організація досліджень**» представлена загальна стратегія досліджень, дається обґрунтування вибору напрямку роботи, охарактеризовані методи й організаційні умови проведення експерименту, дана характеристика контингенту обстежуваних.

Для рішення поставлених задач було проведено кілька етапів досліджень.

На *першому етапі* (2000-2001 р.) було проаналізовано і оброблено сучасний літературний науково-методичний матеріал, апробовано інструментальний дослідницький комплекс, проведено попередній експеримент.

На *другому етапі* (2001-2003 р.) проведена серія експериментальних досліджень, за допомогою яких у лабораторних умовах були вивчені особливості адаптації організму спортсменів-академістів, які знаходяться на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей, до роботи спеціального характеру; визначена оптимальна структура функціональних можливостей

спортсменів; виявлені найбільш значущі критерії керування тренувальним процесом веслярів.

У дослідженні взяли участь 35 осіб, членів Національної збірної команди України з академічного веслування, віком 24-32 роки, які мають таку кваліфікацію: заслужений майстер спорту – 4, майстер спорту міжнародного класу – 11 і майстер спорту – 20 спортсменів.

На *третьому етапі* (2003 р.) були виявлені найбільш інформативні показники і критерії, розраховані регресійні коефіцієнти, проаналізовані форми залежностей, розроблені моделі структурно-функціональної організації спеціальної підготовленості веслярів, модельні показники спеціальної працездатності та практичні рекомендації.

У *третьому розділі* роботи «**Організація структури функціональної підготовленості веслярів-академістів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей**» представлений аналіз функціональних можливостей кваліфікованих веслярів, які спеціалізуються в академічному веслуванні.

Отримані результати дозволяють стверджувати, що структурно-функціональна організація підготовленості кваліфікованих веслярів є комплексом функціональних властивостей системи енергозабезпечення м'язової діяльності, що вступають у тісні внутрішні взаємодії і мають сувору ієрархію. Підґрунтям цього комплексу є система «асробна-анаеробна потужність». Критеріями ефективності такої системи є показники, що демонструють не стільки верхню межу резервів діяльності тієї чи іншої функції – максимальне споживання кисню ($\dot{V}O_{2max}$), інтенсивність споживання кисню ($\dot{V}O_2/m$), максимальний акумульований кисневий дефіцит (MAOD₁), максимальна частота серцевих скорочень (HR_{max}), максимальний хвилинний обсяг подиху ($\dot{V}E_{max}$) і т.д., скільки реалізацію накопиченого в ході багаторічного тренування потенціалу – середня потужність роботи на дистанції 2000 м (W_{2000}), максимальна концентрація лактату (La_{max}), рівень реалізації аеробного потенціалу (РАП).

З метою визначення взаємозв'язку компонентів аеробних і анаеробних можливостей веслярів з показниками спеціальної працездатності проведений множинний кореляційний аналіз цих параметрів (табл.1). Проведений аналіз довів наявність множинних зв'язків різних компонентів енергетичних можливостей і спеціальної працездатності.

Так, спеціальна працездатність, оцінювана за показником W_{2000} , достовірно зв'язана з характеристиками як аеробної, так і анаеробної продуктивності. Спеціальна працездатність, оцінювана за показником часу подолання змагальної дистанції (t_{2000}), має ще більш тісний взаємозв'язок з показниками активності механізмів енергозабезпечення організму. Це вказує на досить великий внесок і анаеробних і аеробних механізмів у забезпечення спеціальної працездатності

веслярів високої кваліфікації. Разом з цим характер реалізації функціонального потенціалу значною мірою залежить від біоенергетичних взаємн.

Таблиця 1

Взаємозв'язок спеціальної працездатності веслярів з показниками діяльності системи «аеробна-анаеробна потужність»

	$L_{a_{max}}$	$MAOD_1$	$W_{max,10}$	$W_{max,60}$	$\dot{V} E_{max}$	$\dot{V} O_{2max}$	$\dot{V} O_2/m$
$W_{кр}$	-0,04	0,13	0,19	0,3	0,54	0,71	0,57
W_{10000}	0,85	-0,9	0,42	0,66	0,67	0,72	0,68
t_{2000}	-0,72	-0,39	-0,75	-0,91	-0,73	-0,77	-0,82
W_{2000}	0,53	-0,24	0,44	0,59	0,47	0,17	0,32

Примітка: шрифтом виділені значимі зв'язки. Для досліджуваної вибірки веслярів $r_{гр} = 0,40$ при $p < 0,05$ і $r_{гр} = 0,51$ при $p < 0,01$.

Це твердження знаходить своє відображення в отриманій нами моделі взаємозв'язку спеціальної працездатності веслярів-академістів з показниками реалізації аеробного потенціалу і максимальної анаеробної гліколітичної потужності (рис. 1).

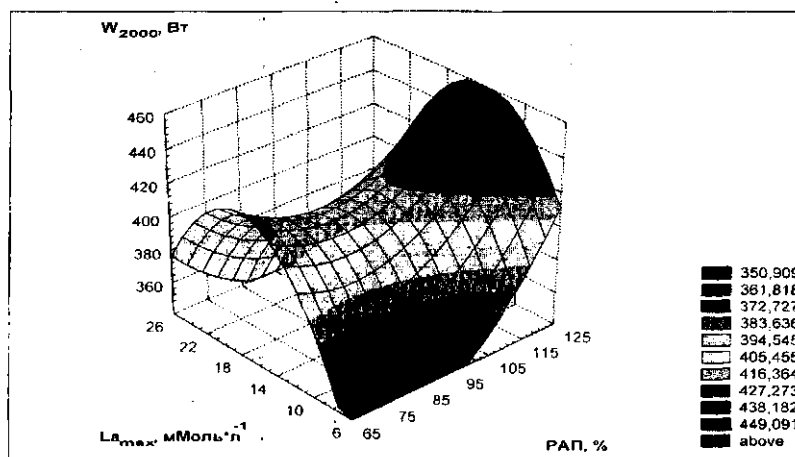


Рис. 1. Модель взаємозв'язку спеціальної працездатності висококваліфікованих веслярів-академістів, рівня реалізації аеробної та анаеробної лактатної продуктивності

Істотно, що спеціальна працездатність веслярів, зв'язана як із проявом аеробної продуктивності ($r=0,491$; $p>0,01$), так і анаеробною гліколітичною здатністю ($r=0,374$; $p>0,05$), не має істотних обмежень за реалізацією аеробного потенціалу, але істотно детермінована рівнем реалізації анаеробної продуктивності (за $L_{a_{max}}$). Оптимальний діапазон реалізації анаеробного гліколітичного механізму в умовах змагальної діяльності кваліфікованих

веслярів-академістів локалізовано у межах 14 – 19 мМоль·л⁻¹. Це дозволяє визначити модельний діапазон реалізації анаеробної лактатної потужності.

Обстежені веслярі мали такі ж високі величини анаеробних лактатних можливостей, як і зареєстровані з використанням таких же методик у кваліфікованих легкоатлетів (біг на 100 і 800 м) і плавців (200 м) (В.А. Терещенко, 1980; T.J. Housh, W.G. Thorland, 1988; T.I. Williams, G.S. Krahenbueke, 1993). У зв'язку з цим ми думаємо що анаеробна продуктивність – один із ключових компонентів досягнення високих спортивних результатів в академічному веслуванні.

Велика значущість аеробної продуктивності, щодо внеску анаеробної, у структурі функціональних можливостей веслярів зв'язана з тим, що при оцінці ролі цього інтегрального компонента функціональної підготовленості враховується багатофакторність його внутрішньої структури. Зокрема, в оцінку включено ряд показників, що відображають потужність систем дихання і кровообігу. Тобто при оцінці аеробної продуктивності враховується універсальна роль цих систем, як у постачанні організму киснем, так і в «очищенні» м'язів і організму в цілому від метаболітів, головні з яких – метаболіти анаеробних процесів. Тому при такому більш широкому смислі даного компонента функціональної підготовленості значно зростає його значущість у системі оцінних критеріїв спеціальної працездатності веслярів. Це пояснює відносно меншу питому вагу анаеробної продуктивності. При виявленні факторної структури спеціальної працездатності веслярів показники аеробного й анаеробного енергозабезпечення стали підґрунтям провідного чинника. Сумарний внесок цього чинника, позначеного нами як «потужність енергетичної системи», у дисперсію спеціальної працездатності склав 24 % (рис. 2).

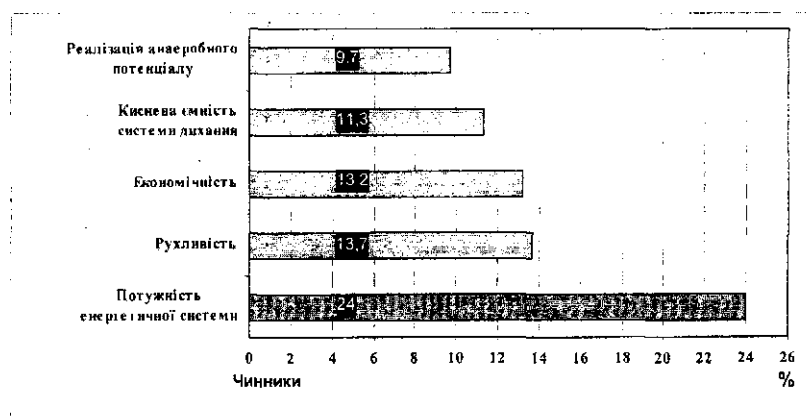


Рис. 2. Чинники, що обумовлюють спеціальну працездатність кваліфікованих веслярів-академістів

Реалізація функціонального потенціалу тісно зв'язана із системними взаємодіями комплексу показників системи «рухливість-стійкість», де головна оцінна роль належить показникам кінетики кардіореспіраторної системи – швидкості розгортання реакції частоти серцевих скорочень ($T_{50}HR$), споживання кисню ($T_{50}\dot{V}O_2$); її стійкості – часу роботи на «плато» $\dot{V}O_2$ ($t\text{-«plato»}\dot{V}O_2$), коефіцієнту функціональної стійкості за HR (КФС); економічності – порогові анаеробного обміну (ПАНО_{HR}), ватт-пульсу (W/HR).

Питома вага таких чинників, як рухливість і економічність кардіореспіраторної системи в загальній детермінації спеціальної працездатності веслярів склала 13,7 % і 13,2 % відповідно (див. рис. 2). З огляду на специфічність проявів рухливості в академічному веслуванні, питома вага цього чинника уявляється нам порівняно високою. Разом з цим, за показниками рухливості та економічності в досліджуваній групі веслярів спостерігалися найбільші індивідуальні розходження. Це визначає високу значущість цих факторів при виявленні індивідуальних особливостей структури функціональної підготовленості. У зв'язку з цим ми схильні розглядати оптимізацію кінетики газотранспортної функції веслярів, які знаходяться на заключних етапах багаторічного спортивного удосконалювання як один з механізмів підвищення реалізації функціонального потенціалу спортсменів. З огляду на те, що висока рухливість і висока чутливість аеробних процесів не є необхідним елементом досягнення успіху в академічному веслуванні, тренувальні впливи повинні бути спрямовані на формування таких взаємодій між окремими сторонами газообміну, при яких зміна інтенсивності діяльності одного з показників дихання чи кровообігу миттєво знаходила б своє відображення в динаміці інших показників. Це дозволило б істотно підвищити ефективність функціональної відповіді кардіореспіраторної системи при забезпеченні спеціальної працездатності веслярів.

Кореляційний аналіз, а також дослідження внеску виділених факторів у забезпечення спеціальної працездатності веслярів показали, що ступінь реалізації анаеробної та аеробної продуктивності забезпечує переважальну спрямованість адаптації кардіореспіраторної системи вбік збільшення чи рухливості, чи стійкості – показників «структури реакції» на змагальне навантаження. Компонент економічності при цьому набуває деякої результуючої ролі. Під «структурою реакції», у даному випадку, ми маємо на увазі сукупну динаміку змін функцій енергозабезпечення м'язової діяльності – тривалість впрацювання, час утримання стаціонарних станів навантаження в умовах змагальної діяльності веслярів. Тобто система «аеробна-анаеробна потужність» у веслярів високої кваліфікації є підґрунтям для формування системи «рухливість-стійкість» з метою досягнення оптимальної адаптаційної реакції організму на змагальне навантаження.

Таким чином, аналіз структури функціональної підготовленості веслярів високого класу на підставі уявлень про те, що вона формується з індивідуального поєднання ключових компонентів, що визначають рівень спеціальної працездатності, створює принципово нові можливості для керування функціональною підготовкою веслярів, які знаходяться на заключних етапах багаторічної підготовки.

Четвертий розділ «**Моделльні характеристики функціональної підготовленості веслярів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей**» вміщує комплексний аналіз моделей структури функціональної підготовленості веслярів.

Взаємодія аеробного та анаеробного механізмів енергозабезпечення у процесі змагальної діяльності кваліфікованих веслярів забезпечує певний рівень реалізації кожного з них і, в результаті, – зміну рівня вмісту лактату, споживання кисню, виділення CO_2 . Такі зміни прямо забезпечують домінування різних адекватних стимулів кардіореспіраторної системи (гіперкапічних, ацидотичних, гіпоксичних), зміна співвідношення яких за умови наростаючої втоми приводить до обмеження рівня реалізації аеробного потенціалу спортсмена. Таким чином, ефективність діяльності систем дихання і кровообігу веслярів може визначатися співвідношенням аеробної та анаеробної продуктивності в процесі змагальної діяльності. Коефіцієнт варіації більшості показників анаеробного енергозабезпечення виходить за статистично припустимі межі. Так, коефіцієнт варіації (CV, %) зареєстрованих величин максимальної концентрації лактату складає 26,17% у групі кваліфікованих веслярів і 20,44% – у групі веслярів-лідерів команд, варіативність показників MAOD_1 – 16,07 % і 12,24 %, кисневого дефіциту – 30,24 % і 9,0 % відповідно. Отримані дані вказують на можливість виділення окремих груп веслярів з вираженими відмінностями за показниками анаеробної продуктивності.

Практична реалізація цього положення була пов'язана із застосуванням методів множинної регресії та факторного аналізу. Представлені модельні характеристики функціональної підготовленості спортсменів з концентрацією La_{max} на 3-ій хвилині відновного періоду $8,38 \pm 0,60$ мМоль·л⁻¹ крові, $14,88 \pm 0,45$ мМоль·л⁻¹ крові і $19,9 \pm 0,5$ мМоль·л⁻¹ крові (табл. 2) показують різні напрямки формування структури функціональної підготовленості при адаптації веслярів до навантажень спеціального характеру.

Рівень реалізації функціональних можливостей кардіореспіраторної системи у веслярів, концентрація La_{max} у якій на 3-ій хвилині відновного періоду складає $8,38 \pm 0,60$ мМоль·л⁻¹ крові, знижений, порівняно з іншими групами. Недостатній рівень реалізації анаеробного гліколітичного механізму енергозабезпечення в них обумовлює зниження здатності до реалізації аеробного потенціалу. Реалізація аеробного потенціалу (РАП) у спеціальному тесті на ергометрі в цій групі складає

83,59 %, при модельному рівні РАП для висококваліфікованих веслярів 95,8 %. У той же час спортсмени цієї групи володіють достатнім функціональним потенціалом для досягнення високих спортивних результатів.

Таблиця 2

Модельні характеристики функціональної підготовленості веслярів-академістів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей

Показник, одиниці вимірювання	$La_{max}=8,38\pm 0,6$			$La_{max}=14,88\pm 0,45$			$La_{max}=19,9\pm 0,5$		
	\bar{x}	δ	$\pm m$	\bar{x}	δ	$\pm m$	\bar{x}	δ	$\pm m$
Зріст, см	191,4	8,47	3,79	193,53	4,42	1,14	193,0	5,70	1,40
Вага, кг	85,40	5,98	2,68	88,59	6,49	1,68	87,40	7,50	1,90
Потужність енергетичної системи									
La_{max} , мМоль·л ⁻¹	8,38	1,34	0,60	14,88	1,76	0,45	19,90	1,90	0,50
MAOD ₁ , мл	39,8	8,77	3,92	42,13	6,53	1,69	39,20	6,30	1,60
O ₂ -деф, л	7,26	2,54	1,14	8,19	1,98	0,51	8,20	2,70	0,70
RQ _{max} , у. о.	1,33	0,10	0,04	1,12	0,21	0,06	1,20	0,20	0,10
W _{max10} , Вт	622,8	47,43	21,21	792,95	140,68	36,32	808,30	160,30	40,10
W _{max60} , Вт	527,0	52,26	23,37	651,13	89,27	23,05	659,70	98,10	24,50
$\dot{V}E_{max}$, л·хв ⁻¹	160,16	21,57	9,65	188,94	16,83	4,35	179,70	15,50	3,90
$\dot{V}O_{2max}$, мл·хв ⁻¹	4802,2	685,89	307,63	5740,33	919,77	237,48	5591,20	598,70	149,70
$\dot{V}O_2/m$, мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	56,06	4,96	2,22	64,94	9,37	2,42	63,40	5,90	1,50
"plato" $\dot{V}O_2$, мл·хв ⁻¹	53,64	4,4	1,10	57,94	1,43	0,09	58,2	2,6	0,16
Hb, мМоль·л ⁻¹	14,38	0,87	0,39	15,50	1,35	0,35	15,60	0,60	0,10
HR _{max} , уд·хв ⁻¹	200,6	7,96	3,56	198,47	18,56	4,79	196,00	11,00	2,70
$\dot{V}O_2/HR_{max}$, мл·уд ⁻¹ ·хв ⁻¹	26,72	3,45	1,54	32,08	4,95	1,28	30,90	4,00	1,00
W _{кр} , Вт	313,8	42,98	19,22	380,84	61,75	15,94	375,60	62,50	15,60
W ₂₀₀₀ , Вт	368,53	3,88	1,73	413,15	25,15	6,49	406,70	20,10	5,00
Економічність системи дихання									
АП _{HR} , уд·хв ⁻¹	160,6	15,09	6,75	157,06	9,13	2,36	163,30	8,50	2,10
АП, Вт	211,4	51,10	22,85	276,53	97,92	25,28	306,00	98,70	27,70
ПАНО _{HR} , уд·хв ⁻¹	175,4	14,08	6,30	178,29	6,08	1,57	179,80	6,40	1,60
ПАНО, Вт	271,6	46,70	20,89	319,82	60,51	15,62	333,80	64,70	6,20
W/HR _{ст} , Вт·уд ⁻¹ ·хв ⁻¹	1,73	0,11	0,05	2,02	0,30	0,08	1,90	0,30	0,10
Кінетика системи дихання									
T ₅₀ $\dot{V}E$, с	79,6	9,36	2,34	60	3,36	0,21	62	5,5	0,34
T ₅₀ $\dot{V}O_2/m$, с	55,4	4,94	1,24	37,01	5,92	0,37	36,1	5,8	0,36
T ₅₀ HR, с	32,2	5,17	1,29	26,13	7,05	0,44	19,7	7,7	0,48
T ₅₀ PACO ₂ , с	45,25	4,02	1,01	38,33	2,25	0,14	37,1	6,7	0,42
ΔHR , уд·хв ⁻¹	16,2	2,17	0,54	13,75	3,28	0,21	14,8	3,5	0,22
t "plato" $\dot{V}O_2$, с	172	6,48	1,62	193,33	3,3	0,21	183,8	4,2	0,26
КФС, у. о.	24,31	2,31	0,58	26,71	7,61	0,48	24,6	1,8	0,11

Представлені моделі взаємозв'язку спеціальної працездатності веслярів з різним рівнем реалізації анаеробних гліколітичних можливостей показують, що

для академічного веслування характерні два основних напрямки адаптації вегетативних систем, що дозволяють досягти високих спортивних результатів (табл. 3).

Таблиця 3

Моделі взаємозв'язку спеціальної працездатності веслярів з показниками структури функціональної підготовленості

Модель	R, (p)
Час подолання змагальної дистанції = $0,16 \times T_{50} \cdot HR + 9,06 \times \text{зріст} + 6,65 \times RF_{\max} + 0,59 \times HR_{\text{ст}} + 1,72 \times T_{50} \cdot \dot{V} E - 66,94 \times Hb - 0,09 \times \dot{V} CO_{2\max} - 2,06 \times T_{50} \cdot PACO_2 - 719,22$.	0,939 ($<0,001$)
Час подолання змагальної дистанції = $0,80 \times W_{\text{кр}} + 9,12 \times W / HR + 17,15 \times O_{2\text{деф}} - 0,59 \times t \cdot \text{"plato"} \cdot \dot{V} O_2 + 2,35 \times T_{50} \cdot PACO_2 + 15 \times \text{зріст} - 13,01 \times \Delta HR_{\text{ст}} - 80,66 \times FE_{CO_2} - 695,85$.	0,928 ($<0,001$)

Високий спортивний результат веслярів, у яких рівень концентрації молочної кислоти на третій хвилині відновлення складає $14,88 \pm 0,45$ мМоль·л⁻¹ крові, великою мірою залежить від функціональної рухливості системи дихання, чутливості до CO₂, потужності газотранспортного компонента системи дихання (див. табл. 3). Результат веслярів, які мають концентрацію La_{max} до $19,9 \pm 0,5$ мМоль·л⁻¹ крові, у свою чергу, істотно залежить від стійкості процесів дихання і кровообігу в умовах змагальної діяльності (див. табл. 3).

Формування однорідних груп по показнику артеріального лактату дозволило виявити фізіологічні чинники, що визначають спеціальну працездатність веслярів. В одному випадку, подолання високих рівнів ацидемії, які лімітують працездатність, переважно зв'язано зі збільшенням швидкості і потужності компенсаторних реакцій дихання і кровообігу (рис. 4).

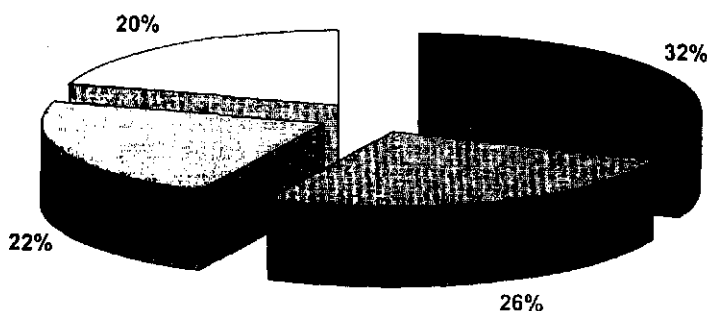


Рис. 4. Чинники, що детермінують спеціальну працездатність веслярів з рівнем реалізації анаеробної продуктивності за La_{max} $14,88$ мМоль·л⁻¹ крові:

- рухливість системи дихання;
- аеробна потужність
- потужність газотранспортного компонента кардіореспіраторної системи
- чутливість до CO₂

Причому внесок чинника рухливості в загальну дисперсію найбільший (26,1%), що свідчить про роль кінетики системи дихання в ліквідації ацидемічних змін параметрів внутрішнього середовища при інтенсивній м'язовій діяльності веслярів. Збільшення спеціальної працездатності при цьому зв'язане зі зниженням рівня La ($r = -0,61$, $p < 0,01$), пульсової вартості роботи ($r = -0,52$, $p < 0,05$), збільшенням швидкості розгортання дихання ($r = 0,69$, $p < 0,01$) і кровообігу ($r = 0,71$, $p < 0,01$).

Альтернативним механізмом адаптації є підвищення стійкості кардіореспіраторної системи при дії високих рівнів ацидозу (рис. 5). Так, зі збільшенням величин La спеціальна працездатність веслярів значною мірою залежить від рівня анаеробної ($r = 0,77$, $p < 0,01$) і аеробної ($r = -0,92$, $p < 0,01$) потужності, стійкості системи дихання ($r = -0,31$, $p > 0,05$), від зниження швидкості системної відповіді на гіпоксичні ($r = -0,74$, $p < 0,01$) і гіперкапічні ($r = -0,73$, $p < 0,01$) зміни гомеостазу.

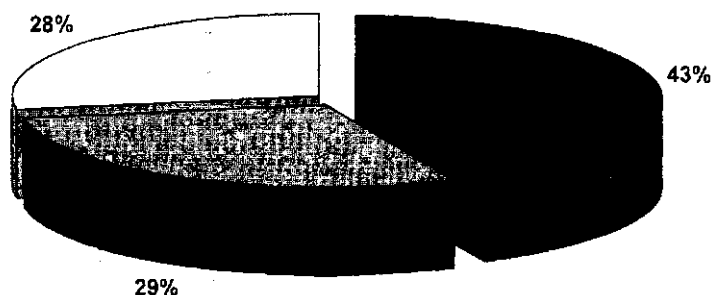
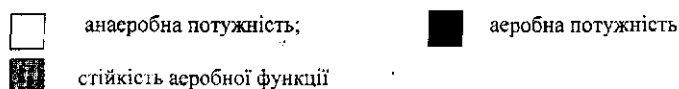


Рис. 5. Чинники, що детермінують спеціальну працездатність веслярів з рівнем реалізації анаеробної продуктивності за La_{max} 19,9 мМоль·л⁻¹ крові:



У п'ятому розділі «Формування структури функціональної підготовленості веслярів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей» сформульований загальний висновок про те, що в дисертації наведені теоретичні узагальнення і нові рішення такої задачі, як моделювання функціональної підготовленості кваліфікованих веслярів-академістів на підставі системного вивчення структури функціональних можливостей. Так, виявлені провідні чинники і показники структури функціональної підготовленості веслярів-академістів є модельними характеристиками рівня їхньої підготовленості, а розроблені математичні моделі можуть використовуватися для

характеристики функціонального стану, моделювання різних його варіантів при досягненні запрограмованого результату, при доборі спортсменів і прогнозуванні результатів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз науково-методичної літератури свідчить, що функціональна підготовленість веслярів-академістів високої кваліфікації при тривалих і змагальних навантаженнях забезпечується формуванням специфічних взаємодій системи енергозабезпечення м'язової діяльності. Маловивченими залишаються питання внутрішньо- і міжсистемних взаємозв'язків компонентів структури функціональної підготовленості веслярів, що достовірно відображають особливості їх адаптації до тренувальної та змагальної діяльності.
2. Дані кореляційного аналізу свідчать, що організація структури функціональної підготовленості веслярів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей є комплексом функціональних властивостей системи енергозабезпечення м'язової діяльності, що вступають у тісні взаємодії.
3. Базовим підґрунтям структури функціональної підготовленості є система «аеробна-анаеробна потужність». Критеріями ефективності такої системи на даному етапі підготовки є показники, що демонструють реалізацію накопиченого в ході багаторічного тренування потенціалу енергетичних систем, які тісно взаємозв'язані з часом подолання веслярами змагальної дистанції: W_{2000} ($r = -0,69$; $p < 0,01$), $W_{\max 10}$ ($r = -0,75$; $p < 0,01$), $W_{\max 60}$ ($r = -0,75$; $p < 0,01$), La_{\max} ($r = -0,90$; $p < 0,01$), $PA11$ ($r = -0,49$; $p < 0,01$).
4. Показано провідну роль системи «аеробна-анаеробна потужність» у веслярів високої кваліфікації у формуванні системи «рухливість-стійкість», яка забезпечує оптимальну динаміку адаптаційної реакції механізмів енергозабезпечення на навантаження межевої інтенсивності – тривалість впрацювання, час утримання стаціонарних станів навантаження в умовах змагальної діяльності веслярів. Встановлено тісні системні взаємодії між реалізацією анаеробного гліколітичного механізму енергозабезпечення і показниками системи «рухливість-стійкість»: $T_{50} HR$ ($r = -0,31$; $p > 0,05$), t -«plateau» $\dot{V} O_2$ ($r = 0,48$; $p < 0,01$), $T_{50} \dot{V} O_2$ ($r = -0,38$; $p > 0,05$), KFC ($r = 0,43$; $p < 0,01$).
5. Результати факторного аналізу отриманих даних показують, що формування структури функціональної підготовленості веслярів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей визначається групою чинників, серед яких домінуючим є чинник потужності системи енергозабезпечення організму – 24% загальної дисперсії. Крім нього виділені чинники рухливості кардіореспіраторної системи – 13,7% загальної дисперсії; економичності

- кардіореспіраторної системи – 13,2%; кисневої ємності системи дихання – 11,3%; реалізації анаеробного потенціалу – 9,7%.
6. Встановлено варіативність факторної структури функціональних можливостей веслярів, яка пов'язана з рівнем реалізації анаеробних гліколітичних можливостей. Спеціальна працездатність веслярів з рівнем концентрації молочної кислоти $14,88 \pm 0,45$ мМоль·л⁻¹ крові формується під впливом чинників функціональної рухливості системи дихання (26,1%), потужності газотранспортного компонента кардіореспіраторної системи (21,9%), резервними можливостями апарату дихання (18,8%), чутливості до CO₂ (16,9%). Працездатність веслярів з концентрацією La_{max} до $19,9 \pm 0,5$ мМоль·л⁻¹ крові, у свою чергу, визначається чинниками потужності аеробного (30,4%) і анаеробного (19,6%) механізмів енергозабезпечення, стійкості аеробної функції (20,7%).
 7. Розроблена модель взаємодії спеціальної працездатності веслярів-академістів з показниками реалізації аеробного та анаеробного потенціалу показує, що спеціальна працездатність веслярів, пов'язана як із проявом аеробної продуктивності ($r=0,491$; $p<0,05$), так і з анаеробною гліколітичною здатністю ($r=0,374$; $p>0,05$), не має істотних обмежень за реалізацією аеробного потенціалу, але істотно детермінована рівнем реалізації анаеробної продуктивності. Модельний рівень реалізації анаеробного гліколізу в умовах змагальної діяльності кваліфікованих веслярів-академістів локалізований у межах 14 – 19 мМоль·л⁻¹.
 8. Показано, що збільшення спеціальної працездатності веслярів-академістів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей значною мірою визначається ступенем реалізації анаеробної продуктивності у процесі змагальної діяльності. Так, MAOD знижується з $40,76 \pm 1,06$ мл·кг⁻¹ до $33,5 \pm 1,83$ мл·кг⁻¹, у той час як La_{max} збільшується з $16,28 \pm 0,69$ мМоль·л⁻¹ до $18,18 \pm 1,66$ мМоль·л⁻¹.
 9. Результати множинної кореляції і факторного аналізу показують, що збільшення рівня спеціальної працездатності кваліфікованих веслярів з провідним аеробним механізмом компенсації енергетичного запиту (La_{max} у межах $14,88 \pm 0,45$ мМоль·л⁻¹ крові) зв'язані зі зниженням рівня реалізації анаеробної продуктивності ($r= -0,61$, $p<0,01$), пульсової вартості роботи ($r= -0,52$, $p<0,05$) і збільшенням швидкості розгортання дихання ($r= 0,69$, $p<0,01$) і кровообігу ($r= 0,71$, $p<0,01$).
 10. Встановлена провідна роль підвищення стійкості до дії високих рівнів ацидозу при адаптації веслярів з високим ступенем внеску анаеробного гліколітичного механізму у забезпечення спеціальної працездатності (La_{max} у межах $19,9 \pm 0,5$ мМоль·л⁻¹ крові). Так, зі збільшенням величин La спеціальна працездатність веслярів значною мірою залежить від рівня анаеробної ($r= 0,77$, $p<0,01$) і

асробної ($r = -0,92$, $p < 0,01$) потужності, стійкості ($r = -0,31$, $p > 0,05$) системи дихання, від зниження швидкості системної відповіді на гіпоксичні ($r = -0,74$, $p < 0,01$) і гиперкапічні ($r = -0,73$, $p < 0,01$) зміни гомеостазу.

11. Виявлено модельні характеристики та їх параметри, що можуть бути еталонними значеннями для керування функціональною підготовкою веслярів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей. Отримані рівняння регресії дозволили здійснити оцінку функціонального стану веслярів і моделювання різних його варіантів для досягнення програмувального результату на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей.

СПИСОК РОБІТ, ЯКІ ОПУБЛІКОВАНІ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Кропта Р.В. Спеціальна розминка як чинник управління реалізаційними властивостями функціональних систем кваліфікованих веслярів (академічне веслування) // Молода спортивна наука України: Зб. наук. праць. – Львів, 2000. – Вип. 4. – С. 237-239.
2. Кропта Р.В. Біоенергетичні особливості реалізації функціональних резервів веслярів на заключних етапах спортивного вдосконалення // Молода спортивна наука України: Зб. наук. праць. – Львів, 2002. – Випуск 6. – Т. 1. – С. 132 – 137.
3. Кропта Р.В. Взаємозв'язок компонентів структури функціональної підготовленості веслярів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – №1. – 2003. – С. 75 – 78.
4. Кропта Р.В. Ефективність регуляції серцевого ритму у веслярів високого класу в умовах адаптації до інтенсивної м'язової діяльності // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – №1. – 2004. – С. 122 – 126.
5. Кропта Р.В. Моделювання функціональної підготовленості веслярів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту: Зб. наук. праць ДНДІФКС. – №2. – Київ, 2004. – С. 71 – 78.
6. Кропта Р.В. Формування структурно-функціональної організації спеціальної працездатності кваліфікованих веслярів // Молода спортивна наука України: Зб. наук. праць. – Львів, 2004. – Випуск 8. – Т. 1. – С. 212 – 217.
7. Приймаков А.А., Кропта Р.В. Системные взаимодействия компонентов структуры функциональных возможностей гребцов на заключительных этапах многолетнего спортивного совершенствования // Наука в олимпийском спорте. – № 1. – 2003. – С. 92 – 98.
8. Адырхаева Л.В., Кропта Р.В. Специальная предстартовая разминка как фактор направленного влияния на реализационные возможности организма квалифицированных гребцов-академистов // IV Международный научный

конгресс «Современный олимпийский спорт и спорт для всех»: Тезисы докладов. – К., Олимпийская литература, 2000. – С. 3.

9. Кропота Р.В. Моделирование функциональной подготовленности гребцов на этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей // VIII Международный конгресс «Современный олимпийский спорт и спорт для всех»: Материалы конгресса. – Т. 2. – Алматы, 2004. – С. 71 – 73.

АНОТАЦІЇ

Кропота Руслан Віталійович. Моделювання функціональної підготовленості веслярів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата наук з фізичного виховання і спорту за спеціальністю 24.00.01 – Олімпійський і професійний спорт. Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, 2004.

Захищаються результати досліджень присвячених вивченню організації структури функціональної підготовленості веслярів-академістів високої кваліфікації на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей і чинників, що обумовлюють її формування. Показано, що структура функціональної підготовленості веслярів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей формується на основі взаємодії функціональних систем забезпечення м'язової діяльності, є динамічною організацією і будується виходячи з потреби подальшого спортивного вдосконалення. Провідна роль у формуванні структурно-функціональної організації спеціальної працездатності належить сформованому під час багаторічного тренування комплексу біологічних властивостей, структурованому у жорсткі взаємодіючі системи: «аеробна-анаеробна потужність», «рухливість-стійкість», «потужність-економічність». Розроблено математичні моделі, що відображають взаємодію представлених систем і їх вплив на спеціальну працездатність веслярів-академістів.

Ключеві слова: моделювання, функціональна підготовленість, спеціальна працездатність, функціональна система, аеробна потужність, анаеробна потужність, економічність, кінетика функцій.

Кропота Руслан Витальевич. Моделирование функциональной подготовленности гребцов на этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук по физическому воспитанию и спорту по специальности 24.00.01 – Олимпийский и профессиональный спорт. Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, Киев, 2004.

Диссертация посвящена изучению организации структуры функциональной подготовленности гребцов-академистов высокой квалификации, находящихся на этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей и факторов, обуславливающих ее формирование.

Методология исследования основывалась на системном подходе (Л. Берталанфи, 1967; М.Д. Месарович, 1970; П.К. Анохин, 1975; В.А. Шидловский, 1982; К.В. Судаков, 1987), и была ориентирована на то, что структура функциональной подготовленности гребцов на этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей формируется на основе взаимодействия функциональных систем обеспечения мышечной деятельности, является динамической организацией и строится исходя из потребности в дальнейшем спортивном совершенствовании.

Цель работы – обосновать особенности моделирования функциональных возможностей кардиореспираторной системы гребцов на этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей.

Материалы работы основаны на данных комплексных функциональных исследований 35 гребцов-академистов высокой квалификации. Педагогический эксперимент включал выполнение спортсменами различных специальных нагрузок равномерного и переменного характера с регистрацией эргометрических данных и показателей деятельности компонентов функциональной систем дыхания в реальном масштабе времени.

Результаты исследования показывают, что формирование структуры функциональной подготовленности гребцов на этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей определяется группой факторов, где доминирующим является фактор мощности энергетических систем организма – 24% общей дисперсии. Кроме того, функциональные возможности гребцов-академистов детерминированы подвижностью функциональной системы дыхания – 13,7%, экономичностью функциональной системы дыхания – 13,2%, кислородной емкостью системы дыхания – 11,3% и уровнем реализации анаэробного потенциала – 9,7%. Таким образом, структурно-функциональная организация специальной работоспособности квалифицированных гребцов, представляет собой комплекс функциональных свойств системы энергообеспечения. Модель взаимодействия специальной работоспособности гребцов-академистов с показателями реализации аэробного потенциала и максимальной гликолитической мощностью показывает, что специальная работоспособность гребцов, достоверно связанная как с проявлением аэробной производительности, так и с анаэробной гликолитической способностью, не имеет существенных ограничений по РАП, но существенно детерминирована уровнем реализации La_{max} . С ростом специальной работоспособности уровень максимального анаэробного потенциала гребцов снижается в сочетании с

БІБЛІОТЕКА
Львівського державного
інституту фізичної
культури

увеличением уровня реализации гликолитического механизма воспроизводства энергии в процессе соревновательной деятельности.

Модели функциональной подготовленности гребцов с различным уровнем реализации анаэробных гликолитических возможностей показывают, что для академической гребли характерны два основных направления адаптации вегетативных систем к тренировочным и соревновательным нагрузкам. Увеличение уровня специальной работоспособности квалифицированных гребцов с ведущим аэробным механизмом компенсации энергетического запроса связано со снижением уровня лактата, пульсовой стоимости работы, увеличением скорости развертывания вентиляторного и циркуляторного компонентов системы дыхания. При увеличении степени вклада анаэробного гликолитического механизма в обеспечение специальной работоспособности гребцов-академистов, альтернативным механизмом адаптации является повышение устойчивости к действию высоких уровней ацидоза.

Таким образом, системные взаимодействия, характерные для комплекса «аэробная-анаэробная мощность» определяют структуру реакции организма гребцов на соревновательную нагрузку, то есть является основой для формирования системы «подвижность-устойчивость» с целью обеспечения оптимальной адаптационной реакции организма на нагрузку предельной интенсивности.

Выявленные ведущие факторы и показатели структуры функциональной подготовленности гребцов-академистов являются модельными характеристиками уровня их подготовленности; а разработанные математические модели могут использоваться для характеристики функционального состояния, моделирования различных его вариантов при достижении программируемого результата.

Ключевые слова: моделирование, функциональная подготовленность, специальная работоспособность, функциональная система, аэробная мощность, анаэробная мощность, экономичность, кинетика функций.

Kropta Ruslan V. Modeling rower's functional training at a stage of the maximal realization of individual opportunities. - Manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of sciences on physical education and sports on a specialty 24.00.01 - Olympic and professional sports. National university of physical education and sports of Ukraine, Kiev, 2004.

The results of researches of the organization, devoted to study, of high qualification rower's structure functional training which is taking place at a stage of the maximal realization of individual opportunities and the factors, causing its formation are protected. It shown, that the rower's structure functional training at a stage of the maximal realization of individual opportunities is formed on the basis of interaction of functional systems of maintenance muscles activity, is a dynamic organization and is under construction proceeding from requirement for the further sports perfection. The

conducting role in formation of structurally functional organization of special efficiency belongs to the complex, generated during long-term training, of biological properties structured in rigid systems: «aerobic-anaerobic capacity», «mobility-stability», «capacity-profitability». The mathematical models reflecting interaction of submitted systems and their influence on special efficiency rowers are developed.

Key words: modeling, functional training, special efficiency, functional system, aerobic capacity, anaerobic capacity, the economy, kinetic of functions.