

## СУЧАСНІ КОНЦЕПЦІЇ НАВАНТАЖЕННЯ КРИТИЧНОЇ ПОТУЖНОСТІ КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ У ЦИКЛІЧНИХ ВИДАХ СПОРТУ

Андрій Дяченко, Вей Ілунь

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

**Анотація.** *Актуальність.* У системі вдосконалення функціонального забезпечення спеціальної працездатності спортсменів високого класу значне місце займають навантаження критичної потужності, які розглядаються як інструмент мобілізації функціональних резервів у напружених (екстремальних) умовах змагальної діяльності. Класична концепція навантаження критичної потужності отримала розвиток відповідно до вимог і цільових настанов сучасної спортивної підготовки. *Мета.* Систематизувати сучасні концепції навантаження критичної потужності відповідно до цільових настанов функціонального забезпечення спеціальної працездатності спортсменів високого класу. *Методи.* Систематичний огляд спеціальної літератури, мета-аналіз. *Результати.* Модуляції навантажень критичної потужності у видах спортивного веслування відбуваються в умовах розвитку, компенсації і досягнення втоми. Оціночні критерії навантаження критичної потужності ґрунтуються на характеристиках аеробного та анаеробного гліколізу, реакції дихальної компенсації метаболічного ацидозу, якості й кількості виконаної роботи. Змістовним підґрунтям аналізу функціонального забезпечення спеціальної працездатності є порівняльний аналіз фізіологічних та ергометричних характеристик стійкого стану і компенсації втоми. *Висновки.* Застосування навантажень критичної потужності дає змогу виявити функціональні резерви спортсменів високого класу й обґрунтувати шляхи їх реалізації. У системі спортивної підготовки навантаження критичної потужності ґрунтуються: на основі взаємозв'язку між вихідною потужністю та часом, протягом якого вона може підтримуватися; на основі вихідних потужностей, де показники функціонального забезпечення змінюються відповідно до часу, досягаючи своїх максимальних значень у кінці зазначеного періоду роботи; на основі over effort – понад напруження навантаження; на основі повторних режимів роботи, які виконані з максимальною інтенсивністю.

**Ключові слова:** компенсація втоми, стійкий стан, функціональне забезпечення спеціальної працездатності, спортсмени високого класу, навантаження критичної потужності.

Andrii Diachenko, Wei Yilun

### MODERN CONCEPTS OF CRITICAL POWER LOAD OF SKILLED ATHLETES IN CYCLIC SPORTS

**Abstract.** *Relevance.* In the system of improving the functional support of special working capacity of high-class athletes, critical power loads occupy a pivotal position, serving as a means of mobilizing functional reserves under the strenuous (extreme) conditions of competitive activity. The traditional concept of critical power loads has undergone a process of evolution in accordance with the requirements and target guidelines of contemporary sports training. The *objective* is to establish a systematic approach to critical power loading in line with the target guidelines for the functional support of high-class athletes' special working capacity. The following *methods* were used in the study: systematic review of specialized literature, meta-analysis. *Results.* The modulation of critical power loads in sports rowing occurs in the conditions of development, compensation and achievement of fatigue. Criteria for assessing critical power loads are based on the characteristics of aerobic and anaerobic glycolysis, respiratory compensation response to metabolic acidosis, and the quality and quantity of work performed. The substantive basis for the analysis of functional support of special work capacity is a comparative analysis of physiological and ergometric characteristics of the steady state and fatigue compensation. *Conclusion.* The application of critical power loads enables the identification of functional reserves among high-class athletes and provides a rationale for the realization of these reserves. In the context of sports training, critical power loads are based on a number of factors, including the interrelation between the initial power output and the time during which it can be maintained, initial power outputs where functional support indicators change over time, reaching their maximum values at the end of the specified work period, the «over effort» – excessive tension load basis, and repeated work modes performed with maximum intensity.

**Keywords:** fatigue compensation, steady-state, functional support of special working capacity, high-class athletes, critical power loads.

**Актуальність.** У системі вдосконалення функціонального забезпечення спеціальної працездатності (ФЗСП) спортсменів високого класу значне місце займають навантаження критичної потужності (НКП), які розглядаються як інструмент мобілізації функціональних резервів у напружених (екстремальних) умовах змагальної діяльності. Класична концепція НКП, представлена D.W. Hill, 1993 [32], A. Vanhatalo et al., 2011 [47], В. Мищенко, 2005 [14], отримала розвиток відповідно до вимог і цільових настанов сучасної спортивної підготовки.

Узагальнені підходи до модуляції НКП ураховують її цільові настанови – визначення можливостей спортсменів в екстремальних умовах фізичних навантажень, які спричиняють виснаження, втому і відмову від роботи. Ці стани супроводжують спортсменів під час напруженої

тренувальної і змагальної діяльності. Найбільш виразно вони проявляються у циклічних видах спорту, коли характер роботи на дистанції не передбачає чи має певні обмеження варіації темпу, ритму, інтенсивності роботи в як інструментів зменшення фізіологічного напруження навантаження, пролонгації стійкого стану і сталого розвитку ФЗСП.

У класичних роботах [33; 37; 46] показано, що стани, які відповідають критеріям НКП, найбільш виразно супроводжують спортсменів у спортивних дисциплінах, де змагальна справа виконується в зоні субмаксимальної інтенсивності роботи (1 000 м – байдарка і каное, 2 000 м – веслування академічне). Багато років відповідні стани пов'язували з наступом так званої «мертвої точки» чи «станом закислення» організму, при тому що

Дяченко А., Ілунь В. Сучасні концепції навантаження критичної потужності кваліфікованих спортсменів у циклічних видах спорту. *Sport Science Spectrum*. 2024; 2: 74–81  
DOI: 10.32782/spectrum/2024-2-10

Diachenko A., Yilun W. Modern concepts of critical power load of skilled athletes in cyclic sports. *Sport Science Spectrum*. 2024; 2: 74–81  
DOI: 10.32782/spectrum/2024-2-10

узагальнені висновки більше звертали увагу на проблему, ніж на підходи до вирішення.

Дані досліджень, проведені на рубежі 80–90-х років, надали пояснення впливу фізіологічних станів: гіпоксії, гіперкапнії, лактат-ацидозу на мобілізацію функціональних резервів спортсменів в умовах сталого розвитку втоми [13; 44; 49]. Але наведені результати досліджень мали обмеження стосовно їх імплементації у систему фізичної і спеціальної підготовки. На практичному рівні йшлося про розвиток певних форм витривалості, засоби і методи розвитку яких були більше пов'язані зі збільшенням обсягу тренувальної роботи в умовах розвитку втоми.

Чинники, які сприяли вдосконаленню спеціалізованої спрямованості НКП, представлено в роботах В. Моногарова, 1990 [16], М. Філіппова, 2019 [19] В. Платонова, 2020 [17], де розглянуто механізми функціонального забезпечення напружених фізичних навантажень. Виявлено кількісні й якісні характеристики фізіологічного напруження в умовах сталого розвитку і компенсації втоми, які стали змістовним підґрунтям для вдосконалення засобів контролю, оцінки та інтерпретації показників НКП, модуляції на цій підставі режимів тренувальних навантажень.

Сучасні тенденції удосконалення функціональної спортсменів високого класу ґрунтуються на формуванні певної структури ФЗСП відповідно до вимог виду спорту, виду змагань спеціалізації, віку і статі [3; 20]. Індивідуальні особливості спортсменів високого класу диктують додаткові умови до формування спеціалізованої функціональної спрямованості режимів тренувальних навантажень і чинників управління тренувальним процесом, особливо коли стосується пошуку функціональних резервів спортсменів високого класу [2; 5]. Це сприяло розумінню проблеми й обґрунтуванню певних дослідницьких кроків у напрямі модифікації НКП, формуванню її високоспеціалізованих форм відповідно до структури ФЗСП.

За останні три десятиліття розвитку класичної концепції НКП відбувався переважно в напрямі вдосконалення тестових і тренувальних навантажень, які давали змогу розкрити функціональні резерви ФЗСП в умовах напруження і «наднапруження» відповідно до вимог змагальної діяльності спортсменів.

У процесі аналізу враховували, що окремою ціллю настановою НКП є вікові обмеження навантаження, притаманні дитяче-юнацькому спорту. На цьому етапі багаторічної підготовки під час використання НКП йдеться про застосування прогностичних критеріїв, які дають змогу виявити перспективні можливості юних спортсменів, їхній наявний потенціал відповідно до вибраного виду спорту.

Систематизація даних класичної і сучасної науково-методичної літератури та проведений на їхньому підґрунті мета-аналіз дадуть змогу виявити сучасні концепції НКП та їхні цільові настанови, які застосовуються в системі підготовки спортсменів високого класу відповідно до вимог виду спорту, виду змагань, спеціалізації, віку, статі та індивідуальних особливостей ФЗСП.

**Мета дослідження** – систематизувати сучасні концепції навантаження критичної потужності відповідно до цільових настанов функціонального забезпечення спеціальної працездатності спортсменів високого класу.

**Зв'язок роботи з науковими планами, темами.** Дослідження буде проведено відповідно до теми 2.4 «Сучасні технології управління тренувальними та змагальними навантаженнями у процесі підготовки кваліфікованих спортсменів у водних видах спорту» (№ державної реєстрації 0121U108251) згідно з Планом науково-дослідної роботи НУФВСУ на 2021–2025 рр.

**Методи досліджень.** *Аналіз спеціальної літератури і джерел Інтернет.* Протягом дослідження були використані відповідні ресурси: бібліотеки НУФВСУ, NCBI – Національний центр біотехнологічної інформації Національної бібліотеки США з медицини (National Center for Biotechnology Information, Maryland, USA), Google Scholar, науково-метричні бази SCOPUS, Web of Science. Провідні напрями дослідження включали *мета-аналіз* – узагальнення (інтеграцію) кількісних результатів класичних і сучасних досліджень НКП, проведених у різний час провідними спеціалістами функціональної підготовки і підготовленості спортсменів.

**Результати.** Розвиток концепції НКП протягом останніх десятиліть становить етапи, кожен з яких має яскраво виражені ознаки, а саме методичні підходи до визначення цільової спрямованості, засоби контролю, оцінки та інтерпретації показників. Цьому сприяли класичні й сучасні наукові дослідження теорії і методики спортивної підготовки, біології та біомеханіки спорту. Йдеться про фундаментальні роботи Дж. МакДугал, 1998 [12], V. Mischenko, V. Monogarov, 1995 [41], B. Foran, 2001 [27], G.G. Haff, N.T. Triplett, 2015 [31], В. Платонова, 2020 [17], J. David, D. Lewindon, 2021 [23], які визначили якісні й кількісні характеристики фізіологічного напруження навантаження в умовах активного накопичення втоми. Зокрема, йшлося про характеристики стійкого стану, «квазі» стійкого стану, компенсації втоми, втоми. Це сприяло наданню НКП певної спеціалізованої спрямованості на управління процесами компенсації втоми в умовах тренувальної і змагальної діяльності. Це надало підстави для систематизації результатів досліджень НКП, класифікувати їх в окремому циклі наукових праць, присвячених удосконаленню ФЗСП.

Вочевидь, що періодизація дослідження НКП є досить умовною. Це зроблено з метою збільшення розуміння науково-методичних підходів до цільового використання НКП відповідно до вимог виду спорту, спеціалізації, вікових і кваліфікаційних вимог.

На першому етапі загальна концепція НКП спрямована на визначення резервів фізичної працездатності тренуваної людини (спортсменів) в умовах зростання і досягнення втоми. Умовою реалізації навантаження є виснаження функціональних резервів організму, що супроводжується відмовою від продовження роботи. Класичні дослідження, спрямовані на визначення потенційних резервів працездатності в умовах зростання втоми, були систематизовані і представлені D.W. Hill, 1993 [32], A. Vanhatalo, A.M. Jones, M. Burnley, 2011 [47]. У роботах обґрунтовано концепцію НКП як кількісну характеристику працездатності в умовах накопичення і досягнення втоми.

Працею, яка узагальнила класичні науково-методичні підходи до формування НКП, була робота В. Міщенко, 2005 [15]. У роботі обґрунтовано вимоги і надано певні характеристики НКП у суровій відповідності до ФЗСП.

Показано умови переносу результатів тестування (індивідуальних показників ергометричної потужності) на формування тренувальних навантажень, спрямованих мобілізацію функціональних резервів КРС і енергозабезпечення в умовах розвитку і компенсації втоми. Окреслені умови диференціації НКП відповідно до виду змагань, спеціалізації, віку спортсменів. Особливу увагу приділено вибору спеціалізованих ергометрів як засобів, які найбільше сприяють мобілізації функціональних резервів у певному виді спортивної діяльності.

Водночас активно розвивається напрям дослідження, який дає змогу визначити функціональні резерви спортсменів за умови мобілізації анаеробного резерву в умовах зростання втоми, типової для другої половини змагальної діяльності у циклічних видах спорту. Головні наративи цієї концепції представлено в дослідженні J. Medbø, 1996 [39]. Автор обґрунтував концепцію максимального акумульованого  $O_2$  дефіциту (MAOD), яка передбачала виконання навантаження на рівні 115%  $VO_2$  max протягом двох хвилин. Композиція тестових завдань сприяла мобілізації функціональних резервів, переважно за рахунок анаеробної ємності за передумови реалізації стійкого стану працездатності і досягнення  $VO_2$  max. У модифікованому варіанті «тесту MAOD», представленому J. Medbø et al., 1988 [40], показано можливості модуляції тестових навантажень відповідно до реалізації цілісної структури анаеробного енергозабезпечення. В обох випадках йшлося про умови навантажень, які стимулювали функціональні резерви в умовах зростання і компенсації втоми. Стандартні умови забезпечили реєстрацію кількісних характеристик MAOD, виявили їх відповідність певному індивідуальному рівню ергометричної потужності.

Класичні наративи MAOD сформували передумови модифікації методики відповідно структурі ФЗСП, періоду мобілізації аеробного та анаеробного ресурсів в умовах активного накопичення і компенсації втоми. У зв'язку із цим особливого значення набули дані про режими тестових і тренувальних навантажень, які моделюють умови другої половини змагальної дистанції. На прикладі веслування академічного розглянуто феномен, який супроводжує змагальну діяльність у багатьох циклічних видах спорту. Йдеться про період змагальної діяльності на дистанції 2 000 м, коли вплив втоми найвідчутливіший і супроводжується вагомих зменшенням спеціальної працездатності. Вивчення фізіологічного напруження навантаження у цей період надає нові можливості управління розвитком і компенсацією втоми, пошуком додаткових резервів мобілізації ресурсів спортсменів відповідно до вимог ФЗСП.

Принципово важливими для визначення величини анаеробного резерву організму є дані про можливість використання розрахункових параметрів MAOD в умовах невідновлення організму після напруженої рухової діяльності. Ці дані створюють певні передумови для більш спеціалізованої оцінки ефективності використання анаеробного резерву веслувальників-академістів на другій половині дистанції. Особливістю методики вимірювання MAOD є врахування рівнів граничної аеробної потужності ( $VO_2$  max). Це важливо для визначення частки анаеробних реакцій у загальному енергобалансі навантаження. У цьому контексті щодо завдань оцінки ФЗСП був розроблений

метод реєстрації акумульованого кисневого дефіциту (AOD), який накопичується у процесі моделювання другої половини дистанції в академічному веслуванні [8]. Метод має дві модифікації. Перший варіант (AOD 1) дає змогу виявити функціональні резерви ФЗСП у період лімітованого впливу лактат-ацидозу на працездатність веслувальників. Як правило, це період долаття дистанції 1000–1500 м. Другий варіант (AOD 2) передбачає застосування over effort – «понад напруження» навантаження, штучно сформовані умови надзмагального НКП. Цей варіант навантаження дає змогу виявити резерви ФЗСП, пов'язані з виконанням фінішного прискорення.

Значний внесок у формування нормативної бази НКП зробили функціональні дослідження веслувальників, проведені в модельних умовах змагальної діяльності, виконаних на спеціалізованому ергометрі Concept II (сучасна модифікація ErgoRowing). Використання спеціалізованих ергометрів дало змогу моделювати змагальні навантаження і визначити параметри ергометричної потужності роботи в реальному часі виконання тестової чи тренувальної вправи. Це дало змогу нормувати НКП відповідно до індивідуальних можливостей спортсменів [10; 50].

У роботах A.P. Russell, P.F. Le Rossignol et al., 1999 [46], J.R. Lacour et al., 2009 [37], D.C. Poole, A.M. Jones, 2012 [44] представлено предиктори, які дали змогу значно розширили спектр фізіологічних, антропометричних і ергометричних показників, що збільшило інформативність оцінювання та потенційних резервів функціональних можливостей веслувальників в умовах накопичення і компенсації втоми. Цінність результатів досліджень полягало в тому, що вони вперше відкрили дискусію відповідно до інформативності певних кількісних і якісних характеристик спеціальної працездатності. За наявності впевненості в значущості та прогностичності таких показників, як максимальне споживання кисню (МПК), композиційні та вагові характеристики м'язових груп, певні антропометричні вимоги, дискусії виникли відповідно кількісних і якісних характеристик анаеробного енергозабезпечення, показників акумульованого  $O_2$  дефіциту, силових характеристик роботи, реактивних властивостей кардіореспіраторної системи (КРС) і аеробного енергозабезпечення відповідно до фізіологічного напруження НКП. Дискусійний характер оцінювання наданих вище характеристик є природнім у силу того, що вони мають структуру і варіації значущості компонентів цієї структури, по-друге, вони мають певні обмеження для використання як узагальнених інформативних оціночних критеріїв наданих функціональних властивостей; по-третє, вони мають широкі діапазони індивідуальних відмінностей характеристик як за статистичними, так і емпіричними критеріями.

Результатом дискусії є певне розуміння того, що одним із провідних чинників високої працездатності в умовах НКП є спроможність до розвитку високоспеціалізованого функціонального ресурсу спортсменів. При цьому багато уваги надано формуванню і збереженню цілісної структури ФЗСП, її мобілізаційному потенціалу. Потенційні передумови формування цілісної структури ФЗСП обґрунтовані Y. Miyamoto et al., 1987 [42], S.A. Ward et al., 1996 [48], M.V. Garnacho-Castaño, A. Albesa et al., 2019 [28], Хуан Ді, С. Кіпріч, 2022 [6], де ФЗСП представлено у вигляді

структурних компонентів – швидкої кінетики, стійкого стану і компенсації втоми.

Спеціалізований характер цих процесів для веслувальників високого класу доведено в роботах А. Дяченко, 2004 [8; 9], А. Дяченко et al., 2014 [8; 9], О. Русанової, Ван Вейлун, 2019 [18], Kong Xianglin et al., 2019 [35], Го Пенчен et al., 2021 [4]. Показано, що ефективне функціональне забезпечення НКП відбувається за умови певного балансу аеробної потужності і стійкості, анаеробної ємності, показників реакції компенсації метаболічного ацидозу. Сформувався певна думка, що високий рівень і збалансованість цих процесів мають певні інтегративні риси і, як наслідок, узагальнені характеристики функціонального забезпечення НКП. Передумовою цих процесів є результати дослідження класичних характеристик MAOD і AOD, наведені вище. Головним недоліком є опора на стандартні критерії оцінки, які формують певні обмеження уявлень про резерви організму відповідно вимог змагальної діяльності. У роботі I.V. Matthew, A.M. Jones et al., 2015 [38] показано статистично збільшені кількісні показники ФЗСП відносно аналогічних характеристик, зареєстрованих в умовах стандартних навантажень. Це свідчить про додаткові можливості мобілізації резервів функціональних резервів організму в умовах НКП. Рівень фізіологічного напруження навантаження, його якісні і кількісні показники, умовно названі характеристики AOD, мають відношення до узагальнених ознак НКП, які ґрунтуються на кінцевому виснаженні організму і відмові від роботи. Додатковим чинником, який визначає значущість НКП і функціональних характеристик її ефективності, є оцінка аеробної потужності. Залежність розрахункових характеристик MAOD і AOD від рівня  $VO_2 \max$ , досягнутого в степ-тесті, визначає його залежність від аеробної потужності, зареєстрованої в умовах стійкого стану. Крім цього, є дані, які свідчать про високі множинні кореляційні зв'язки між MAOD, AOD,  $VO_2 \max$ , La ( $R = 0,79$  Miyamoto 0,90) [8], що дає змогу припустити можливість оцінки кумулятивних ефектів аеробного та анаеробного гліколізу, взагалі її енергетичного резерву в умовах відповідального відрізка дистанції – періоду зростання і впливу втоми на працездатність спортсменів.

Наступним чинником, який визначив нові можливості контролю, оцінки, інтерпретації показників ФЗСП, є змістовний порівняльний аналіз характеристик стійкого стану і НКП. Методологія такого аналізу представлена в роботах В. Моногарова, 1990 [16], М. Філіппова [17], В. Платонова, 2020 [18], де кількісні й якісні характеристики реакції компенсації втоми протягом НКП наведені в порівнянні з показниками стійкого стану.

Науково-методичні і практичні аспекти формування стійкого стану і НКП, як поєднаних компонентів цілісної структури ФЗСП веслувальників високого класу представлені D. Pool et al., 2016 [45], A.M. Jones., A. Vanhatalo et al., 2017 [34], P. Guo, Z. Zhang, Z. Huang et al., 2020 [29], Ван Вейлун et al. [2], А. Diachenko et al., 2020, 2021 [20, 21], Го Пенчен et al., 2021 [8]. Показано, що НКП, її модуляції в умовах долання змагальної дистанції є логічним продовженням стійкого стану, залежить від нього і формує нормативну оціночну базу. У роботах наведено розрахункові характеристики працездатності, які ґрунтуються на основі індивідуалізації параметрів тренувальної роботи на ергометрі за

досягнення порога втоми fatigue threshold. Провідним чинником була орієнтація на модуляцію другої половини дистанції у веслуванні академічному (час НКП – 120 с), у веслуванні на байдарках і каное (час НКЗ – 90 секунд чоловіки, 60 секунд жінки). В окремих випадках, коли моделювання НКП стосувалось юних кваліфікованих веслувальників чи спортсменів, які спеціалізуються на тривалі дистанції, за основу нормування НКП приймали ергометричну потужність  $VO_2 \max$ . У цьому разі критерієм ефективності виступає час утримання ергометричної потужності  $VO_2 \max$ .

Сучасні дослідження дали змогу вийти на новий рівень оцінювання і використання НКЗ як потужного механізму розвитку функціональних можливостей, реалізації певних резервів спортсменів високого класу.

У роботах A. Chorley, K.L. Lamb, 2020 [22], А. Diachenko et al., 2023 [24], О. Дяченко, М. Філіппова et al. [11], Guo Pengcheng, O. Rusanova et al., 2023 [30], Podstawski R., Boryslawski K. et al., 2023 [43] акценти зроблено на оцінці високоспецифічних реактивних властивостей КРС, які визначали можливість компенсації метаболічного ацидозу. Узагальнені характеристики аеробного та анаеробного гліколізу, можливість реакції дихальної компенсації метаболічного ацидозу дали змогу виявити не лише зменшені окремі характеристики функціональних можливостей ( $VO_2 \max$ , La), а й оцінити і виявити індивідуальні функціональні резерви відповідно структури ФЗСП і рівня спеціальної працездатності спортсменів з урахуванням віку, спеціалізації, кваліфікації, індивідуальних передумов, можливостей спортсменів.

Оціночні критерії стосувалися не тільки характеристик підготовленості, а й індивідуальних параметрів тренувальних навантажень [36]. На їх підставі розроблено програми тренувальних занять, які відповідали сучасній концепції «продовгованих» навантажень [7]. Узагальнені умови «продовгованих» навантажень дають змогу вперше визначити рівень і час виконання навантажень на рівні стійкого стану реакції, її сталого розвитку і компенсації втоми.

Останніми роками привабливість концепції НКП була розширена завдяки її застосуванню до інтервальних високоінтенсивних навантажень. Ці можливості окреслено в роботах А. Diachenko, W. Leibo, et al., 2021 [26], M. Borrelli, S. Shokohyar et al., 2024 [21]. Із припущенням, що навантаження використовується під час робочих інтервалів вище НКП і відновлюється під час інтервалів відпочинку нижче НКП, можна показати, що продуктивність під час інтервальних вправ залежить від інтенсивності та тривалості робочих інтервалів, а також інтенсивності та тривалості інтервалів відпочинку. Чинником, який визначив сучасні напрями реалізації НКП, є збільшення її спеціалізованої спрямованості на ФЗСП видів спорту з високою варіативністю змагальної діяльності, які включають часті зміни інтенсивності навантажень. Є підстави вважати, що такий підхід є актуальним також у циклічних видах спорту, де інтенсивність може значно змінюватися залежно від стратегії розподілу зусиль, тактичних варіацій змагальної діяльності тощо. За наявності певних науково-методичних передумов удосконалення цієї концепції є перспективним напрямом дослідження передусім за рахунок оптимізації навантаження і періоду відновлення. Передумови для вдосконалення цього процесу показані на основі відновлення реактивних властивостей КРС [1; 15].

Таким чином, в останні три десятиліття НКП трансформувалися з тестового навантаження, спрямованого на визначення працездатності в умовах розвитку втоми і виснаження організму до цілісної структури «контроль – моделювання – режими тренувальних засобів», яка розглянута як об'єкт управління тренувальними і змагальними навантаженнями. За певних умов НКП вирішує питання відбору і спортивної орієнтації, моделювання (програмування), прогнозування спеціальної підготовленості. Її оцінка і формування відбувається за умови взаємозв'язку з іншими компонентами ФЗСП: швидкою кінетикою, стійким станом, сталим розвитком реакцій і кінцевим результатом – виснаженням організму і відмовою від роботи (неспроможністю підтримувати параметри працездатності).

Є розуміння, що використання НКП є дієвим засобом пошуку і реалізації функціональних резервів спортсменів високого класу, які дають змогу мати остаточну перевагу в умовах жорстокої конкуренції, типової для сучасних спортивних форумів.

**Узагальнення результатів дослідження.** У результаті проведеного аналізу констатували, що НКП застосовуються відповідно до цільових настанов спортивної підготовки. Вони формуються на основі таких концепцій:

- НКП формуються на основі взаємозв'язку між вихідною потужністю та часом, протягом якого вона може підтримуватися. Ця концепція є фундаментальною та добре відомою. Її головною ознакою є стандартизація параметрів роботи відповідно до індивідуальної реакції КРС і енергозабезпечення. Вона ґрунтується на підтриманні стійкого стану працездатності спортсменів на рівні балансу аеробного та анаеробного гліколізу в межах  $VO_2 \max - 115\% VO_2 \max$  і  $La VO_2 \max - La \max$ .

- НКП формуються на основі вихідних потужностей, де показники ФЗСП змінюються відповідно до часу, досягаючи своїх максимальних значень у кінці зазначеного періоду роботи, коли настає непереносимість фізичних навантажень. Обсяг роботи, яку можна виконати під час вправ, вище  $VO_2 \max - 115\%$ ,  $VO_2 \max$  є постійним, але може бути використаний із різною швидкістю залежно від близькості вихідної потужності до НКВ.

- НКП формуються на основі *over effort* – «понад напруження» навантаження. Штучно сформовано умови надзмагального НКП. Такі умови навантаження застосовуються для оцінки можливостей мобілізації функціональних резервів переважно для виконання фінішного прискорення.

- НКП формуються на основі повторних режимів роботи, які виконані з максимальною інтенсивністю. Традиційно НКП застосовувалася для надання уявлення про фізіологічні реакції, механізми втоми та здатність до виконання навантажень під час безперервних вправ із постійною вихідною потужністю у певних діапазонах інтенсивності навантажень, типових для циклічних видів спорту. У цьому разі йдеться про умови, які сприяють розвитку втоми в умовах виразних повторних навантажень.

## Висновки

1. Застосування навантаження критичної потужності дає змогу визначити функціональні резерви спортсменів високого класу й обґрунтувати шляхи їх реалізації. У системі спортивної підготовки навантаження критичної потужності ґрунтуються:

- на основі взаємозв'язку між вихідною потужністю та часом, протягом якого вона може підтримуватися;

- на основі вихідних потужностей, де показники функціонального забезпечення змінюються відповідно до часу, досягаючи своїх максимальних значень у кінці зазначеного періоду роботи;

- на основі *over effort* – «понад напруження» навантаження;

- на основі повторних режимів роботи, які виконані з максимальною інтенсивністю.

2. Модуляції навантажень критичної потужності у видах спортивного веслування відбуваються на рівні порогу втоми в умовах сталого розвитку функцій, компенсації і досягнення втоми під впливом коломасимальної гіпоксії, прогресуючої гіперкапнії, значного лактат-ацидозу. Це стимулює максимальні функціональні зсуви і надає реалізаційний характер навантаженням критичної потужності.

3. Оціночні критерії навантаження критичної потужності ґрунтуються на інтегральних характеристиках аеробного і анаеробного гліколізу, реакції дихальної компенсації метаболічного ацидозу, якості й кількості виконаної роботи. Змістовним підґрунтям аналізу функціонального забезпечення спеціальної працездатності є порівняльний аналіз фізіологічних характеристик стійкого стану і компенсації втоми, а саме:

- питомих характеристик реакції кардіореспіраторної системи і енергозабезпечення –  $EqCO_2$  стійкого стану /  $EqCO_2$  компенсації втоми,  $EqO_2$  стійкого стану /  $EqO_2$  компенсації втоми,  $VO_2 \max$  стійкого стану /  $EqO_2$  компенсації втоми,  $La VO_2 \max$  /  $VO_2 \max$  навантаження критичної потужності;

- інтегральних характеристик аеробного і анаеробного гліколізу: максимальний акумульований  $O_2$  дефіцит (MAOD), акумульований  $O_2$  дефіцит, зареєстрований у модельних умовах другої половини змагальної діяльності. Розрахункові характеристики включають показники  $VO_2 \max$ , зареєстровані в умовах стійкого стану;

- характеристики ергометричної потужності, які зареєстровані на рівні стійкого стану  $VO_2 \max$  і пролонговані в умови зростання втоми. Визначається час підтримання ергометричної потужності  $VO_2 \max$ ;

- характеристики ергометричної потужності, зареєстровані в модуляції другої половини змагальної дистанції на тлі втоми після реалізації стійкості  $VO_2 \max$ . Визначаються індивідуальні максимальні характеристики ергометричної потужності, зареєстровані в певних часових умовах навантаження критичної потужності – 90 секунд чоловіки і 60 секунд жінки для байдарки і каное, 120 секунд – для веслування академічного.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ван Вейлун, Дяченко А. Оперативний контроль у процесі занять швидкісної спрямованості веслувальників на байдарках. *Молодь, олімпійський рух* : зб. тез доп. XII Міжнар. наук. конф., м. Київ, 17 травня 2019 р. Київ, 2019. с. 93–94. [https://uni-sport.edu.ua/sites/default/files/vseDocumenti/zbirnyk\\_tez](https://uni-sport.edu.ua/sites/default/files/vseDocumenti/zbirnyk_tez).

2. Ван Вейлун, Русанова О., Дяченко А. Контроль функціонального забезпечення спеціальної роботоздатності кваліфікованих веслувальників з урахуванням спеціалізації у веслуванні на байдарках і каное. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2019. № 2. С. 92–100.

3. Го Пенчен, Довгодько Н., Сянлінь Кун, Дяченко А. Формування функціональної спрямованості підготовки веслярів високого класу до головних змагань. *Спортивна наука та здоров'я людини*. 2022. № 1(7). С. 28–45.
4. Го Пенчен, Кун Сянлінь, Дяченко А. Функциональное обеспечение специальной работоспособности спортсменов в водных видах спорта. *Славутич-Дельфин*, 2021. 249 с.
5. Го Пенчен, Кун Сянлінь, Довгодько Н., Дяченко А., Го Женхао. Системний підхід до організації функціональної підготовки спортсменів високого класу. *Спортивна наука та здоров'я людини*. 2022. № 2(8). С. 106–118.
6. Довгодько Н.В., Сушко Р.О. Формування змагальної діяльності у веслуванні академічному на основі застосування пролонгуючих навантажень. *Фізичне виховання та спорт*. 2023. № 1. С. 154–160. DOI: 10.26661/2663-5925-2023-1-20
7. Дяченко А.Ю. Специальная выносливость квалифицированных спортсменов в академической гребле. *Славутич-Дельфин*. 2004. 338 с.
8. Дяченко А., Лысенко Е., Виноградов В. Функциональное обеспечение специальной выносливости в циклических видах спорта (на материале академической гребли). *Наука в олимпийском спорте*. 2014. № 3. С. 38–44.
9. Дяченко А., Шкретій Ю., Є Ченьцін. Ергометричні та фізіологічні характеристики спеціальної функціональної підготовленості спортсменів у видах спорту з проявом витривалості. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2021. № 2(82). С. 11–16.
10. Ді Хуан, Кіпріч С. Характеристика стійкого стану функцій спортсменів у видах спорту з варіативними умовами змагальної діяльності. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2022. Т. 7. № 5(39). С. 314–317.
11. Дяченко О.А., Філіппов М.М., Ільїн В.М., Го Женхуа. Моніторинг ФЗСП кваліфікованих спортсменів. *Вісник Черкаського університету. Серія «Біологічні науки»*. 2023. № 1. С. 35–45.
12. Мак-Дугалл Дж. Физиологическое тестирование спортсменов высокого класса. *Олимпийская литература*, 1998. 430 с.
13. Мищенко В.С. Функциональные возможности спортсменов. *Здоров'я*, 1990. 200 с.
14. Мищенко В.С., Лысенко Е.Н., Виноградов В.Е. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте. *Науковий світ*, 2007. 352 с.
15. Мищенко В.С. Эргометрические тесты и критерии интегральной оценки выносливости. *Спортивна медицина*. 2005. № 1. С. 42–52.
16. Моногаров В.Д. Развитие и компенсация утомления при напряженной мышечной деятельности. *Теория и практика физической культуры*. 1990. № 4. С. 43–46.
17. Платонов В.М. Сучасна система спортивного тренування. Перша друкарня, 2020. 704 с.
18. Русанова О., Ван Вейлун. Сучасні основи контролю функціонального забезпечення спеціальної роботоздатності кваліфікованих спортсменів. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2019. № 1. С. 42–46.
19. Филиппов М. Условия образования и переноса углекислого газа в процессе мышечной деятельности. *Наука в олимпийском спорте*. 2019. № 417–423.
20. Borrelli M, Shokohyar S, Rampichini S, Bruseghini P, Doria C, Limonta EG, Ferretti G, Esposito F. Energetics of sinusoidal exercise below and across critical power and the effects of fatigue. *Eur J Appl Physiol*. 2024 Jun;124(6):1845–1859. doi: 10.1007/s00421-023-05410-1.
21. Bompa T. Buzzichelli C. Periodization-6th Edition: Theory and Methodology of Training, Human Kinetics. 2018. 392 p.
22. David J., Lewindon D. High-performance training for sports. Human Kinetics Publishers, 2nd edition, United States, 2021. 456 p.
23. Diachenko A., Pengcheng G., Wang W., Rusanova O., Kong X., Shkrebtiy Y. Characteristics of the power of aerobic energy supply for paddlers with high qualification in China. *Journal of physical education and sport*. 2020. № 20(1). P. 312–317.
24. Diachenko A., Pengcheng G., Yevpak N., Rusanova O., Kiprych S. Neurohumoral Components of Rapid Reaction Kinetics of the Cardio-Respiratory System of Kayakers. *Sport Mont*. 2021. № 19(2). P. 29–33.
25. Diachenko, A., Leibo, W., Lisenchuk, G., Denysova, L., Lysenchuk, S. Football Players' «Cardiorespiratory System and Intermittent Endurance» Test. *Sport Mont*. 2021. № 19(2). № 23–27.
26. Foran B. High-performance sports conditioning. Champaign, IL: Human Kinetics, 2001.
27. Garnacho-Castaño M.V., Albesa A., Serra-Payá N., Batañer M.G., Felíu-Ruano R., Cano L.G., Cobo P.E., Maté-Muñoz J.L. The Slow Component of Oxygen Uptake and Efficiency in Resistance Exercises: A Comparison with Endurance Exercises. *Front Physiol*. 2019. № 10. 357 p.
28. Guo P., Zhang Z., Huang Z., Kong X., Diachenko A., Rusanova O., Rusanov A. Features of the Canoeists' Special Physical Fitness at the Distance of 1000 m. *Teoriã ta Metodika Fizičnogo Vihovannã*. 2020. № 22(1). P. 106–112.
29. Guo Pengcheng, Rusanova O., Huang Zijian, Diachenko A., Rusanov A., Kiprych S. Programming modes of training sessions of qualified Kayakers who specialize in the distance of 1000 m. *Journal of Physical Education and Sport*. 2023. № 23 (1). P. 32–40.
30. Haff G.G., Triplett N.T. Essentials of Strength Training and Condition. Human kinetics, 2015. 722 p.
31. Hill D.W. (1993). The critical power concept: a review. *Sport Medicine*. № 16(4). P. 237–54.
32. Jones A.M., Vanhatalo A. The 'Critical Power' Concept: Applications to Sports Performance with a Focus on Intermittent High-Intensity Exercise. *Sports Med*. 2017 Mar;47(Suppl 1):65–78. doi: 10.1007/s40279-017-0688-0. PMID: 28332113; PMCID: PMC5371646.
33. Issurin V.B. Biological Background of Block Periodized Endurance Training: A Review. *Sports Med*. 2019. № 49(1). P. 31–39.
34. Kong Xianglin, Guo Pengcheng, Rusanova O., Diachenko A. Reaction of the organism to repeated training loads, directed to improve the performance of the qualified rowers of China. *Journal of Physical Education and Sport*. 2019. № 19 (2), Art 66. P. 453–460.
35. Kong Xianglin, Guo Pengcheng, Wang Weilong, Rusanova O., Diachenko A. Planning special physical training for rowers in China: a randomized study. *Journal of Physical Education and Sport*. 2020. № 20 (4), Art 229. P. 1688–1694.
36. Lacour J.R., Messonnier L., Bourdin M. Physiological correlates of performance. Case study of a world-class rower. *Eur. J. Appl. Physiol*. 2009. № 106(3). P. 407–413.
37. Matthew I. Black, Andrew M. Jones, Stephen J. Bailey, and Anni Vanhatalo. 2015. Self-pacing increases critical power and improves performance during severe-intensity exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 40(7): 662–670. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0442>.
38. Medbø J.I., Mohn A.C., Tabata I., Bahr R., Vaage O., Sejersted O.M. Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O<sub>2</sub> deficit. *J Appl Physiol*. 1988 Jan;64(1):50–60. doi: 10.1152/jappl.1988.64.1.50. PMID: 3356666.
39. Medbø J.I. Is the maximal accumulated oxygen deficit an adequate measure of the anaerobic capacity? *Can J Appl Physiol*. 1996 Oct;21(5):370-83; discussion 384–8. doi: 10.1139/h96-033. PMID: 8905188.
40. Mischenko V., Monogarov V. Physiology del deportista. Editorial Paidotribo, 1995. 328 p.
41. Miyamoto Y., Nakazono Y., Yamakoshi K. Neurogenic factors affecting ventilatory and circulatory responses to static and dynamic exercise in man. *Japanese Journal Physiol*. 1987. № 37(3). P. 435–446.
42. Podstawski R., Boryslawski K., Alföldi Z., Ferenc I., Wąsik J. The effect of confounding variables on the relationship between anthropometric and physiological features in 2000-m rowing ergometer performance. *Front Physiol*. 2023 May 30;14:1195641. doi: 10.3389/fphys.2023.1195641. PMID: 37334050; PMCID: PMC10270737.
43. Poole D.C., Jones A.M. Oxygen Uptake Kinetics. *American Physiological Society. Compr Physiol*. 2012. 2. P. 933–996. 10.1002/cphy.c100072. PMID: 23798293.
44. Pool D.C., Burnley M., Vanhatalo A., Rossiter H.B., Jones A.M. Critical power: an important fatigue threshold in exercise physiology. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2016. № 48(11). P. 2320–34.
45. Russell A.P., Le Rossignol P.F., Sparrow W.A. Prediction of elite schoolboy 2000m rowing ergometer performance from metabolic, anthropometric and strength variables. *J Sports Sci*. 1998 Nov;16(8):749–54. doi: 10.1080/026404198366380. PMID: 10189080.
46. Vanhatalo A., Jones A.M., Burnley M. Application of critical power in sport. *Int J Sports Physiol Perform*. 2011. № 6. P. 128–36.
47. Ward S.A., Lamarra N., Whipp B. The control components of oxygen uptake kinetics during high intensity exercise in humans: book of abstract. 1996. P. 268–269.
48. Chorley A., Lamb K.L. The Application of Critical Power, the Work Capacity above Critical Power (W'), and its Reconstitution: A Narrative Review of Current Evidence and Implications for Cycling Training Prescription. *Sports (Basel)*. 2020 Sep 4;8(9):123. doi: 10.3390/sports8090123.

49. Warren R.L. Oxygen uptake kinetics and lactate concentration during exercise in humans. *Am. Rev. Respir. Disease*. 1987. № 135(5). P. 1080–1084.  
 50. Ye, C., Pengcheng, G., Rusanova, O., Diachenko, A., & Nikonorov, D. (2021). The Use of Ergometry in the Kayakers' Special Physical Conditioning. *Sport Mont*. 2021. № 19(2). P. 119–124.

## REFERENCES

1. Van Veilun, Dyachenko Andriy. Operatyvnyy kontrol' v protsesi zanyat' shvydkisnoyi spryamovanosti vesluval'nykiv na baydarkakh. V: Molod' olimpiys'kyy rukh: zb. tez dop. XII Mizhnar. nauk. konf. [Internet]; 2019 Trav 17; Kyiv. Kyiv, 2019. s. 93–94.
2. Van Veilun, Rusanova O., Dyachenko A. Kontrol' funktsional'noho zabezpechennya spetsial'noyi robotoprydatnosti kvalifikovanykh vesluval'nykiv z urakhuvannyam spetsializatsiyi u vesluvanni na baydarkakh i kanoe. Teoriya i metodyka fizychnoho vykhovannya i sportu. 2019. № 2. S. 92–100.
3. Ho Penchen, Dovhod'ko N., Syanlin' Kun, Dyachenko A. Formuvannya funktsional'noyi spryamovanosti pidhotovky veslyariv vysokho klasu do holovnykh zmahaniy. Sportyvna nauka ta zdorov'ya lyudyny. 2022. № 1(7). S. 28–45.
4. Ho Penchen, Kun Syanlin', Dyachenko A. Funktsional'noe obespechenie spetsial'noy rabotosposobnosti sportsmenov v vodnykh vidakh sporta. Slavutych-Delfin, 2021. 249 s.
5. Ho Penchen, Kun Syanlin', Dovhod'ko Nataliya, Dyachenko Andriy, Ho Zhenkha. Systemnyy pidkhdid do orhanizatsiyi funktsional'noyi pidhotovky sportsmeniv vysokho klasu. Sportyvna nauka ta zdorov'ya lyudyny. 2022. № 2(8). S. 106–118.
6. Dovhod'ko N.V., Sushko R.O. Formuvannya zmahal'noyi diyal'nosti u vesluvanni akademichnomu na osnovi zastosuвання prolonhuuyuchykh navantazhen'. Fizychno vykhovannya ta sport. 2023. № 1. C. 154–160. DOI: 10.26661/2663-5925-2023-1-20
7. Dyachenko A.Yu. Spetsial'naya vynoslyvost' kvalifikovanykh sportsmenov v akademicheskoy greble. Slavutych-Delfin. 2004. 338 s.
8. Dyachenko A., Lysenko Ye., Vinogradov V. Funktsional'noe obespechenie spetsial'noy vynoslyvosti v tsiklicheskykh vidakh sporta (na materiale akademicheskoy grebli). Nauka v olimpiyskom sporte. 2014. № 3. S. 38–44.
9. Dyachenko A., Shkrebtiy Yu., Ye Chentsin. Erhometrychni ta fiziologichni kharakterystyky spetsial'noyi funktsional'noyi pidhotovlenosti sportsmeniv u vydkakh sportu z proyavom vytryvalosti. Slobozhans'kyy naukovo-sportyvnyy visnyk. 2021. № 2(82). S. 11–6.
10. Di Khuan, Kipyrych S. Kharakterystyka stiykoho stanu funktsiy sportsmeniv u vydkakh sportu z varyatyvnymi umovamy zmahal'noyi diyal'nosti. Ukrayins'kyy zhurnal medytsyny, biologiyi ta sportu. 2022. T. 7, № 5 (39). S. 314–317.
11. Dyachenko O.A., Filipov M.M., Il'yin V.M., Ho Zhenkha. Monitoryng FZSP kvalifikovanykh sportsmeniv. Visnyk Cherkas'koho universytetu. Seriya biologichni nauky. 2023. № 1. S. 35–45.
12. Mak-Duhall Dzh. Fiziologicheskoye testirovaniye sportsmenov vysokho klasa. Olimpiyskaya literatura, 1998. 430 s.
13. Mishchenko V.S. Funktsional'nye vozmozhnosti sportsmenov. Zdorov'ya, 1990. 200 s.
14. Mishchenko V.S., Lysenko Ye.N., Vinogradov V.Ye. Reaktivnye svoystva kardiorespiratornoy sistemy kak otrazheniye adaptatsii k napryazhyonnoy fizicheskoy trenirovke v sporte. Naukovyy svit, 2007. 352 s.
15. Mishchenko V.S. Erhometrycheskye testy i kryteryi intehral'noy otsenky vynoslyvosti. Sportyvna medytsyna. 2005. № 1. S. 42–52.
16. Monoharov V.D. Razvytye i kompensatsiya utomleniya pry napryazhyonnoy myshyehchnoy deyatel'nosti. Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. 1990. № 4. S. 43–46.
17. Platonov V.M. Suchasna sistema sportyvnoho trenuvannya. Persha drukarnya, 2020. 704 s.
18. Rusanova Ol'ha, Van Veilun. Suchasni osnovy kontrolyu funktsional'noho zabezpechennya spetsial'noyi robotoprydatnosti kvalifikovanykh sportsmeniv. Teoriya i metodyka fizychnoho vykhovannya i sportu. 2019(1): 42–46.
19. Filipov M. Usloviya obrazovaniya i perenosa uhlekisloho haza v protsesi myshyehchnoy deyatel'nosti. Nauka v olimpiyskom sporte. 2019. № 417–423.
20. Borrelli M, Shokohyar S, Rampichini S, Bruseghini P, Doria C, Limonta EG, Ferretti G, Esposito F. Energetics of sinusoidal exercise below and across critical power and the effects of fatigue. *Eur J Appl Physiol*. 2024 Jun;124(6):1845–1859. doi: 10.1007/s00421-023-05410-1.
21. Bompa T. Buzzichelli C. Periodization-6th Edition: Theory and Methodology of Training, Human Kinetics. 2018. 392 p.
22. David J., Lewindon D. High-performance training for sports. Human Kinetics Publishers, 2nd edition, United States, 2021. 456 p.
23. Diachenko A., Pengcheng G., Wang W., Rusanova O., Kong X., Shkrebtiy Y. Characteristics of the power of aerobic energy supply for paddlers with high qualification in China. *Journal of physical education and sport*. 2020. № 20(1). P. 312–317.
24. Diachenko A., Pengcheng G., Yevpak N., Rusanova O., Kipyrych S. Neurohumoral Components of Rapid Reaction Kinetics of the Cardio-Respiratory System of Kayakers. *Sport Mont*. 2021. № 19(2). P. 29–33.
25. Diachenko, A., Leibo, W., Lisenchuk, G., Denysova, L., Lysenchuk, S. Football Players' «Cardiorespiratory System and Intermittent Endurance» Test. *Sport Mont*. 2021. № 19(2). № 23–27.
26. Foran B. High-performance sports conditioning. Champaign, IL: Human Kinetics, 2001.
27. Garnacho-Castaño M.V., Albesa A., Serra-Payá N., Bataller M.G., Feliú-Ruano R., Cano L.G., Cobo P.E., Maté-Muñoz J.L. The Slow Component of Oxygen Uptake and Efficiency in Resistance Exercises: A Comparison with Endurance Exercises. *Front Physiol*. 2019. № 10. 357 p.
28. Guo P., Zhang Z., Huang Z., Kong X., Diachenko A., Rusanova O., Rusanov A. Features of the Canoeists' Special Physical Fitness at the Distance of 1000 m. Teoriya ta Metodika Fizichnogo Vihovanna. 2020. № 22(1). P. 106–112.
29. Guo Pengcheng, Rusanova O., Huang Zijian, Diachenko A., Rusanov A., Kipyrych S. Programming modes of training sessions of qualified Kayakers who specialize in the distance of 1000 m. *Journal of Physical Education and Sport*. 2023. № 23 (1). P. 32–40.
30. Haff G G., Triplett N.T. Essentials of Strength Training and Condition. Human kinetics, 2015. 722 p.
31. Hill D.W. (1993). The critical power concept: a review. *Sport Medicine*. № 16(4). P. 237–54.
32. Jones AM, Vanhatalo A. The 'Critical Power' Concept: Applications to Sports Performance with a Focus on Intermittent High-Intensity Exercise. *Sports Med*. 2017 Mar;47(Suppl 1):65–78. doi: 10.1007/s40279-017-0688-0. PMID: 28332113; PMCID: PMC5371646.
33. Issurin V.B. Biological Background of Block Periodized Endurance Training: A Review. *Sports Med*. 2019. № 49(1) P. 31–39.
34. Kong Xianglin, Guo Pengcheng, Rusanova O., Diachenko A. Reaction of the organism to repeated training loads, directed to improve the performance of the qualified rowers of China. *Journal of Physical Education and Sport*. 2019. № 19 (2), Art 66. P. 453–460, 2019.
35. Kong Xianglin, Guo Pengcheng, Wang Weilong, Rusanova O., Diachenko A. Planning special physical training for rowers in China: a randomized study. *Journal of Physical Education and Sport*. 2020. № 20 (4), Art 229. P. 1688–1694.
36. Lacour J.R., Messonnier L., Bourdin M. Physiological correlates of performance. Case study of a world-class rower. *Eur. J. Appl. Physiol*. 2009. № 106(3). P. 407–413.
37. Matthew I. Black, Andrew M. Jones, Stephen J. Bailey, and Anni Vanhatalo. 2015. Self-pacing increases critical power and improves performance during severe-intensity exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 40(7): 662–670. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0442>.
38. Medbø JI, Mohn AC, Tabata I, Bahr R, Vaage O, Sejersted OM. Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O2 deficit. *J Appl Physiol*. 1988 Jan;64(1):50–60. doi: 10.1152/jappl.1988.64.1.50. PMID: 3356666.
39. Medbø JI. Is the maximal accumulated oxygen deficit an adequate measure of the anaerobic capacity? *Can J Appl Physiol*. 1996 Oct;21(5):370-83; discussion 384-8. doi: 10.1139/h96-033. PMID: 8905188.
40. Mischenko V., Monogarov V. Physiology del deportista. Editorial Paidotribo, 1995. 328 p.
41. Miyamoto Y., Nakazono Y., Yamakoshi K. Neurogenic factors affecting ventilatory and circulatory responses to static and dynamic exercise in man. *Japanese Journal Physiol*. 1987. № 37(3). P. 435–446.
42. Podstawski R, Boryslawski K, Alföldi Z, Ferenc I, Wąsik J. The effect of confounding variables on the relationship between anthropometric and physiological features in 2000-m rowing ergometer performance. *Front Physiol*. 2023 May 30;14:1195641. doi: 10.3389/fphys.2023.1195641. PMID: 37334050; PMCID: PMC10270737.
43. Poole D.C., Jones A.M. Oxygen Uptake Kinetics. *American Physiological Society. Compr Physiol*. 2012. 2. P. 933–996. 10.1002/cphy.c100072. PMID: 23798293.

44. Pool D.C., Burnley M., Vanhatalo A., Rossiter H.B., Jones A.M. Critical power: an important fatigue threshold in exercise physiology. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2016. № 48(11). P. 2320–34.
45. Russell A.P., Le Rossignol P.F., Sparrow W.A. Prediction of elite schoolboy 2000m rowing ergometer performance from metabolic, anthropometric and strength variables. *J Sports Sci*. 1998 Nov;16(8):749–54. doi: 10.1080/026404198366380. PMID: 10189080.
46. Vanhatalo A. Jones A.M., Burnley M. Application of critical power in sport. *Int J Sports Physiol Perform*. 2011. № 6. P. 128–36.
47. Ward S.A., Lamarra N., Whipp B. The control components of oxygen uptake kinetics during high intensity exercise in humans: book of abstract. 1996. P. 268–9.
48. Chorley A., Lamb K.L. The Application of Critical Power, the Work Capacity above Critical Power (W'), and its Reconstitution: A Narrative Review of Current Evidence and Implications for Cycling Training Prescription. *Sports (Basel)*. 2020 Sep 4;8(9):123. doi: 10.3390/sports8090123.
49. Warren R.L. Oxygen uptake kinetics and lactate concentration during exercise in humans. *Am. Rev. Respir. Disease*. 1987. № 135(5). P. 1080–1084.
50. Ye, C., Pengcheng, G., Rusanova, O., Diachenko, A., & Nikonorov, D. (2021). The Use of Ergometry in the Kayakers' Special Physical Conditioning. *Sport Mont*. 2021. № 19(2). P. 119–124.

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Дяченко Андрій Юрійович** <https://orcid.org/0000-0001-9781-3152>, [adnk2007@ukr.net](mailto:adnk2007@ukr.net)

**Вей Їлунь** <https://orcid.org/0009-0002-0552-0817>, [adnk2007@ukr.net](mailto:adnk2007@ukr.net)

Національний університет фізичного виховання і спорту України,  
вул. Фізкультури, 1, м. Київ, 03150, Україна

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Diachenko Andrii** <https://orcid.org/0000-0001-9781-3152>, [adnk2007@ukr.net](mailto:adnk2007@ukr.net)

**Wei Yilun** <https://orcid.org/0009-0002-0552-0817>, [adnk2007@ukr.net](mailto:adnk2007@ukr.net)

National University of Ukraine on Physical Education and Sport,  
Fizkul'tury str., 1, Kyiv, 03150, Ukraine