

# ОСОБЕННОСТИ МАКСИМАЛЬНОЙ АНАЭРОБНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КОНЬКОБЕЖНОГО СПОРТА

**Роговцев В.В.**

Белорусский  
государственный  
университет  
физической культуры

**Парамонова Н.А.**

канд. биол. наук, доцент  
Белорусский  
государственный  
университет  
физической культуры

**Борщ М.К.**

Белорусский  
государственный  
университет  
физической культуры

В статье представлен анализ результатов тестирования высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в скоростном беге на коньках. Приведены примеры тестов и протоколов тестирования для оценки анаэробных возможностей и двигательных способностей конькобежцев. Показана возможность и необходимость индивидуального подбора тестовых нагрузок для получения объективной информации.

**Ключевые слова:** конькобежный спорт; анаэробные возможности; мощность; емкость; скоростные способности; скоростно-силовая выносливость.

## FEATURES OF MAXIMUM ANAEROBIC PERFORMANCE OF SPEED SKATING REPRESENTATIVES

The article presents an analysis of the testing results of highly qualified athletes specializing in speed skating. Examples of tests and test protocols for evaluating the anaerobic capabilities and motor abilities of skaters are given. The possibility and necessity of individual selection of test loads to obtain objective information is shown.

**Keywords:** speed skating; anaerobic capabilities; power; capacity; speed abilities; speed and strength endurance.

В конькобежном спорте задачи спортивного совершенствования решают путем применения физических нагрузок, воздействующих на организм конькобежца с учетом специфики длины дистанции (спринтеры и стайеры) и обеспечивающих повышение функциональных возможностей его основных систем энергообеспечения. Основная цель тренировки состоит в достижении спортсменом оптимальных уровней сочетания разных двигательных способностей, лежащих в основе проявления функционального потенциала и технико-тактического мастерства [1].

Программа адаптации к спортивной деятельности выявляет закономерности и механизмы, определяющие соревновательную работоспособность конькобежцев. На этапе высшего спортивного мастерства это, прежде всего, закономерности функционирования локально-региональных механизмов мышечной выносливости: взаимосвязанность в работе мышечных структур, локальные механизмы кровоснабжения работающих мышц; окислительные свойства мышц; темпо-ритмовые параметры циклических локомоций; эксцентрический режим сокращения мышц и др. [1].

Ученые установили, что при прямом измерении показателей анаэробного и аэробного энергообеспечения в беге на коньках с соревновательной скоростью на самой короткой дистанции на долю анаэробных процессов приходится более 80 % общего энергетиче-

ского запроса, на 1500 м – примерно 50 %, на дистанциях 3000 и 5000 м – около 25 и 20 % соответственно [1, 2].

Известно, что в подготовке конькобежцев-спринтеров существенное значение имеет силовая и скоростно-силовая подготовка [1, 3] с акцентом на максимальную силу, взрывную силу, силовую выносливость. При этом, важным аспектом является моделирование силы отталкивания в соревновательном темпе и ритме, учитывая, что скорость – это критерий результативности спортсмена в конькобежном спорте. В процессе подготовки возникают специфические адаптивные изменения, которые отражают характер тренирующих воздействий. Так, при нагрузке силовой и скоростно-силовой направленности увеличивается физиологический поперечник мышечных волокон, появляются новые ферменты, накапливаются энергетические субстраты (гликоген, фосфагены). При работе взрывного характера в первую очередь гипертрофируются быстрые мышечные волокна [4–6].

Одним из объективных методов для оценки скоростно-силовой подготовленности спортсмена является Вингейт-тест (Wingate anaerobic test (WAnT)) [7]. Тестирование проводится на велоэргометре, спортсмен в течение тридцати секунд выполняет педалирование с максимальной интенсивностью, сопротивление рассчитывается в процентах от массы тела. Ряд исследователей рекомендуют дозировку нагрузки,

составляющую 10,0 % от массы тела, другие – 7,5–9,0 % [8–10], это зависит от уровня квалификации спортсмена. По результатам тестирования определяют максимальную (пиковую), среднюю и минимальную мощность, их относительные величины, максимальные и средние показатели скорости, темпа, усилия на педаль, время достижения максимальной скорости, а также процент падения мощности и индекс утомляемости. По данным средней мощности можно судить об уровне развития скоростно-силовой выносливости, а пиковая мощность отражает скоростные способности [13, 14]. Считается, что доля анаэробного алактатного метаболизма в Вингейт-тесте составляет около 30 %, а анаэробного гликолитического – 50 % [11, 12].

Рядом авторов были проведены исследования по разработке нормативных характеристик уровня алактатной и гликолитической мощности мышц нижних конечностей для спортсменов игровых видов спорта, единоборств и велосипедистов [8–11]. Вместе с тем, проводились исследования по определению оптимальной нагрузки в Вингейт-тесте для мужчин-конькобежцев [13]. Был проведен сравнительный анализ результатов тестирования с нагрузкой 7,5 и 10,5 % от массы тела. Для адекватной оценки скоростно-силовой подготовленности у конькобежцев авторы рекомендуют использовать тормозное усилие в 10,5 % от массы тела.

Помимо Вингейт-теста широкую популярность приобрел тест максимальной анаэробной мощности (МАМ) [14, 15]. С помощью этого теста можно оценить уровень развития скоростных способностей или анаэробной мощности. Выполняется он на велоэргометре подобно тесту Вингейта. Различие состоит в том, что данный тест выполняется по времени 10 с, при этом спортсмен проявляет реальную максимальную мощность мышц нижних конечностей.

Для оценки анаэробной емкости или скоростной выносливости спортсменов применяется повторный тест МАМ, который заключается в выполнении выше названного упражнения (обычно трехкратного) через определенный промежуток времени (как правило, 30 с или 1 мин).

С целью определения оптимальной нагрузки при выполнении данных тестов проводится подбор величины сопротивления в зависимости от индивидуальных возможностей спортсмена: его возраста, пола, квалификации, спортивной специализации и др. На основании данных научных исследований можно выделить несколько подходов

к определению нагрузочного коэффициента. Первый вариант – специфика деятельности спортсмена. Для спринтеров и представителей видов спорта с преимущественным проявлением скоростных и скоростно-силовых способностей исследователи рекомендуют нагрузку от 7,5 до 10,0 % от массы тела [16], для видов спорта, в которых необходимо демонстрировать высокий уровень выносливости, предлагается нагрузочный коэффициент от 7,5 до 8,5 % [17].

Целью нашего исследования являлось изучение уровня максимальной анаэробной мощности и емкости у конькобежцев-спринтеров, входящих в состав национальной команды Республики Беларусь. Исследования проводили на базе на-

Параметры	№ попытки			
	1	2	3	4
Сопротивление, %	14,0	14,5	-	-
Макс. нагрузка, Вт	1671,4	1624,8	-	-
Относ. мощность, Вт/кг	19,76	19,21	-	-
Ср. нагрузка, Вт	1480,6	1454,7	-	-
Ср. мощность, Вт/кг	17,50	17,20	-	-
Макс. усилие на педаль, Н	642,0	656,0	-	-
Ср. усилие на педаль, Н	626,0	640,0	-	-
Макс темп, цикл/мин	144,0	135,0	-	-
Ср. темп, цикл/мин	129,0	123,0	-	-
Макс. скорость, км/ч	80,6	77,1	-	-
Ср. скорость, км/ч	72,4	70,0	-	-
Время достиж. макс. скор., с	3,4	3,7	-	-
Финальная мощность, Вт	1348,0	1316,6	-	-
Процент падения, %	19,3	19,0	-	-
Индекс утомляемости, Вт/с	49,0	48,6	-	-

**Рисунок 1. – Протокол тестирования анаэробной мощности и скоростных способностей конькобежца № 1**

Параметры	№ попытки			
	1	2	3	4
Сопротивление, %	11,0	11,5	13,0	-
Макс. нагрузка, Вт	1218,1	1258,3	1289,5	-
Относ. мощность, Вт/кг	16,35	16,89	17,31	-
Ср. нагрузка, Вт	1051,3	1052,4	1155,7	-
Ср. мощность, Вт/кг	14,11	14,13	15,51	-
Макс. усилие на педаль, Н	445,0	465,0	532,0	-
Ср. усилие на педаль, Н	435,0	454,0	507,0	-
Макс темп, цикл/мин	152,0	150,0	134,0	-
Ср. темп, цикл/мин	133,0	127,0	124,0	-
Макс. скорость, км/ч	88,1	87,0	78,0	-
Ср. скорость, км/ч	77,1	73,7	71,9	-
Время достиж. макс. скор., с	3,5	3,9	3,2	-
Финальная мощность, Вт	923,2	934,3	1246,6	-
Процент падения, %	24,2	25,7	3,3	-
Индекс утомляемости, Вт/с	45,6	53,2	23,2	-

**Рисунок 2. – Протокол тестирования анаэробной мощности и скоростных способностей конькобежца № 2**

учно-образовательного кластера «Интеллектуальные технологии в спорте».

При кратковременной взрывной работе основным источником энергии служит алактатный анаэробный процесс, что и позволяет избирательно оценить максимальную анаэробную мощность. Однако специалисты, изучающие вопрос влияния частоты педалирования на мощность, утверждают, что максимальную реальную мощность можно развить при частоте не более 140 цикл/мин [16, 17]. Кроме того, спортсмены, выполнившие тест с высокими показателями максимальной частоты педалирования (более 140 цикл/мин) зачастую утверждают, что им не хватает тормозного сопротивления и в таком случае обороты идут вхолостую, т. е. возникает чувство «проваленной педали». В связи с этим, чтобы выявить оптимальную индивидуальную нагрузку было предложено выполнить несколько попыток с различным уровнем тормозного сопротивления. Между попытками устанавливался ординарный интервал отдыха до полного восстановления по параметрам ЧСС и субъективной оценке спортсмена выполнить повторную попытку, составляющий не менее 25 минут. Спортсмены выполняли тест на системе Cucluyus 2, которая выступала в качестве нагрузочной станции, на которую устанавливался личный велосипед, подобранный индивидуально по анатомическим параметрам тела спортсмена, не нарушающий биомеханику движений и используемый в тренировочном процессе. На данном

велозергометре выполнялась 10-минутная разминка, после которой спортсменам было предложено выполнить 10-секундный тест с максимальной частотой педалирования. Полученные данные формировались в индивидуальный итоговый протокол тестирования, где выделялись лучшие показатели среди всех попыток.

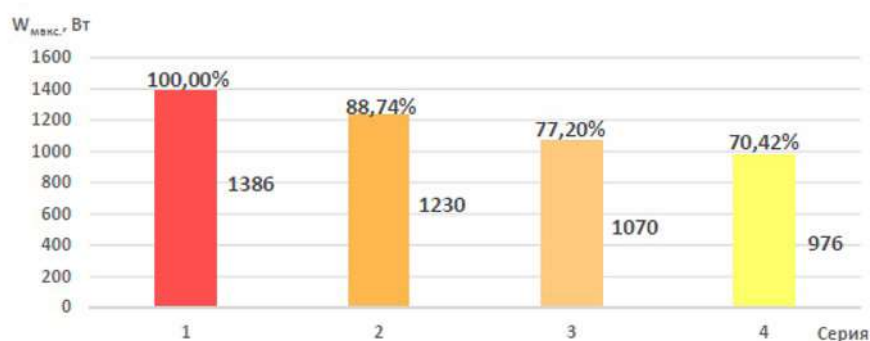
На рисунках 1 и 2 представлены примеры протоколов индивидуальных результатов тестирования анаэробной мощности конькобежцев.

Как видно из представленных на рисунках данных, место лучших показателей скоростных способностей в тесте зависит от уровня подготовленности и специализации спортсмена. Так, спортсмен № 1 показал лучшие результаты мощностных и скоростных характеристик в первой попытке. При этом процент падения мощности и индекс утомляемости незначительно улучшились во второй попытке. Это свидетельствует о том, что для этого конькобежца оптимальной нагрузкой для оценки анаэробной мощности и скоростных способностей будет 14,0 % от массы тела.

У спортсмена № 2 лучшие показатели мощности зарегистрированы в третьей попытке, а скоростные – в первой. Следовательно, для оценки скоростных способностей лучше задавать сопротивление 11,0 %, а для контроля мощностных характеристик необходима нагрузка 13,0 % от массы тела.

С целью оценки емкости анаэробного алактатного и гликолитического механизма энергообеспечения,

№	ПАРАМЕТРЫ													
	Wмакс. Вт	Ротн. Вт/кг	Wср. Вт	Рср. Вт/кг	Nмакс. Н	Nср. Н	Темп цикл/мин	Ср. темп	Vмакс. км/ч	Vср. км/ч	Разгон секунд	% ↓ %	Инд. ут. Вт/с	
1	1386	18,5	1227	16,4	509	496	151	135	84,4	75,6	5,4	87,73	37,1	
2	1230	16,4	1046	13,9	509	497	134	115	74,9	64,7	2,9	70,41	51,2	
3	1070	14,3	907	12,1	509	496	116	100	65,2	56,1	3,7	70,62	49,5	
4	976	13,0	803	10,7	509	496	106	89	59,4	49,8	4,2	70,70	48,9	



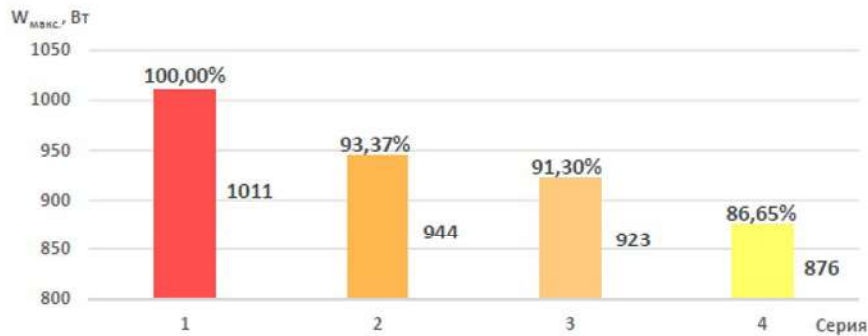
Примечания: Wмакс. - максимальная мощность, Вт; Wср. - средняя мощность, Вт; Ротн. - относительная мощность от максимума, Вт/кг; Рср. - средняя относительная мощность, Вт/кг; Nмакс. - максимальное усилие на педаль, Н; Nср. - среднее усилие на педаль, Н; Vмакс. - поковая скорость, км/ч; Vср. - средняя скорость, км/ч; % ↓ - процент падения от максимальной до минимальной мощности, %; Инд. ут. - индекс утомляемости, Вт/с

Рисунок 3. – Протокол тестирования анаэробной емкости и скоростно-силовой выносливости конькобежца № 3



вплоть до конца теста

№	ПАРАМЕТРЫ													
	W <sub>макс.</sub> Вт	Ротн. Вт/кг	W <sub>ср.</sub> Вт	Р <sub>ср.</sub> Вт/кг	N <sub>макс.</sub> Н	N <sub>ср.</sub> Н	Темп цикл/мин	Ср. темп	V <sub>макс.</sub> км/ч	V <sub>ср.</sub> км/ч	Разгон секунд	%↓ %	Инд. ут. Вт/с	
1	1011	15,7	886	13,7	421	411	133	118	74,5	66,1	3,3	82,90	25,8	
2	944	14,6	813	12,6	421	410	124	109	69,5	60,8	4,4	82,58	29,4	
3	923	14,3	795	12,3	421	411	121	106	68,0	59,4	3,4	78,98	29,5	
4	876	13,6	753	11,7	421	411	115	101	64,5	56,5	2,8	74,37	31,0	



Примечания: W<sub>макс.</sub> - максимальная мощность, Вт; W<sub>ср.</sub> - средняя мощность, Вт; Ротн. - относительная мощность от максимума, Вт/кг; Р<sub>ср.</sub> - средняя относительная мощность, Вт/кг; N<sub>макс.</sub> - максимальное усилие на педаль, Н; N<sub>ср.</sub> - среднее усилие на педаль, Н; V<sub>макс.</sub> - поковая скорость, км/ч; V<sub>ср.</sub> - средняя скорость, км/ч; %↓ - процент падения от максимальной до минимальной мощности, %; Инд. ут. - индекс утомляемости, Вт/с

**Рисунок 4, – Протокол тестирования анаэробной емкости и скоростно-силовой выносливости конькобежца № 4**

а также уровня скоростно-силовой выносливости конькобежцев нами проводился МАМ-тест с повторной интервальной нагрузкой, однако интервалы отдыха составляли 30 с. Спортсмены выполняли эргометрическую нагрузку 4 серии по 10 с.

На рисунках 3–5 представлены примеры индивидуальных протоколов тестирования спортсменов, специализирующихся в скоростном беге на коньках.

Как видно из представленных данных, у спортсмена № 3 происходит резкое планомерное снижение мощности работы к четвертому подходу до 70,42 % от максимальной. Падение мощности в первой попытке составило 87,73 %, а в последующих держалось на уровне 70 %. Индекс утомления в начале теста зарегистрирован на уровне 37,1 Вт/с, после чего отмечено увеличение до 49–51 Вт/с. Такая динамика свидетельствует о невысоком уровне скоростно-силовой выносливости и о преимущественном проявлении скоростных способностей. Это подтверждается падением скорости и темпа к окончанию задания, а также значительным ухудшением других показателей.

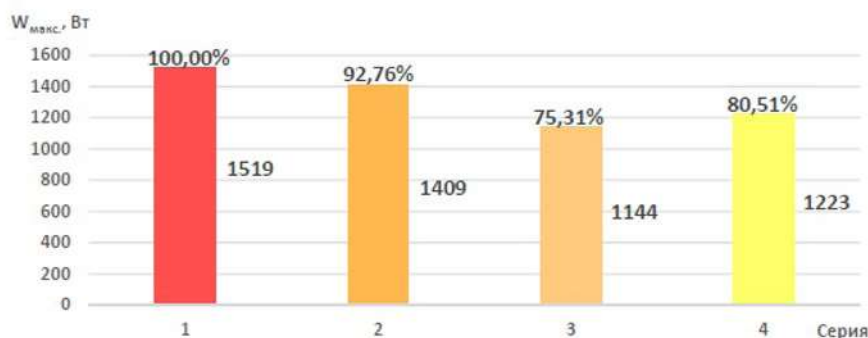
Спортсмен № 4 обладает высоким уровнем скоростно-силовой выносливости, т. к. снижение максимальной мощности к последнему подходу составило всего 13,35 %, средней – 15,01 %, а также показатель индекса утомления изменился незначительно: с 25,8 Вт/с в первом упражнении до 31,0 Вт/с – в четвертом. Остальные регистрируемые показатели также не претерпели значительных изменений. Так, максимальный

темп педалирования снизился на 13,5 %, а средний – на 14,4 %, максимальная скорость ухудшилась на 13,4 %, средняя – на 14,5 %.

У спортсмена № 5 наблюдается отличная от других динамика результатов тестирования. Между максимальной мощностью в первой и второй попытках зафиксирована разность в 7,24 %, затем этот показатель ухудшается еще на 17,45 %, после чего, вследствие максимальной мобилизации спортсмена к четвертому повторению, происходит рост мощности на 5,20 %. При этом индекс утомления в первой попытке зарегистрирован на уровне 31,1 Вт/с, в двух последующих – 51,5 Вт/с, а к окончанию теста увеличивается до 88,1 Вт/с, ухудшение составляет 183,3 % от исходного уровня. Вместе с тем, процент снижения мощности от максимальной до минимальной в процессе одного подхода имеет положительную динамику. Так, в первом подходе этот показатель составил 87,76 %, во второй попытке отмечено уменьшение до 81,85 %, на следующей ступени – 77,05 %, а в последнем упражнении мощность снизилась всего на 56,08 %.

Оценка производительности спортсмена позволяет тренеру грамотно планировать процесс подготовки и при необходимости вносить своевременные коррективы. В спорте высоких достижений должен неукоснительно соблюдаться принцип индивидуализации тренировочных нагрузок. В связи с этим, подбор параметров тестовых нагрузок также необходимо выполнять для каждого спортсмена индивидуально. От этого

№	ПАРАМЕТРЫ												
	Wмакс.	Ротн.	Wср.	Рср.	Nмакс.	Nср.	Темп	Ср. темп	Vмакс.	Vср.	Разгон	% ↓	Инд.ут.
	Вт	Вт/кг	Вт	Вт/кг	Н	Н	цикл/мин	цикл/мин	км/ч	км/ч	секунд	%	Вт/с
1	1519	17,4	1359	15,6	615	600	137	124	76,5	69,4	4,0	87,76	31,1
2	1409	16,2	1244	14,3	615	600	127	114	71,0	63,6	5,0	81,85	51,6
3	1144	13,1	994	11,4	615	599	109	91	57,7	51,0	4,9	77,05	51,6
4	1223	14,0	1022	11,7	615	596	110	94	61,6	52,8	3,9	56,08	88,1



Примечания: Wмакс. - максимальная мощность, Вт; Wср. - средняя мощность, Вт; Ротн. - относительная мощность от максимума, Вт/кг; Рср. - средняя относительная мощность, Вт/кг; Nмакс. - максимальное усилие на педаль, Н; Nср. - среднее усилие на педаль, Н; Vмакс. - поковая скорость, км/ч; Vср. - средняя скорость, км/ч; %↓ - процент падения от максимальной до минимальной мощности, %; Инд.ут - индекс утомляемости, Вт/с

**Рисунок 5. – Протокол тестирования анаэробной емкости и скоростно-силовой выносливости конькобежца № 5**

зависит объективность получаемой информации. Как видно из представленных данных, результаты тестирования зависят от ряда факторов и, в первую очередь, от уровня развития двигательных способностей и функциональных возможностей организма. Также проведенное исследование подтверждает информативность применяемых тестов для оценки специальной физической подготовленности спортсменов-конькобежцев и дает возможность определить эффективность работы энергосистем организма.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вашляев, Б. Ф. Тренировка квалифицированных конькобежцев: теоретические основы / Б. Ф. Вашляев. – Екатеринбург: Издатель Калинина Г.П., 2007. – 186 с.
2. Методические рекомендации по контролю индивидуальной подготовленности к физическим нагрузкам в области спорта высших достижений в циклических видах спорта. – Режим доступа: [https://studylib.ru/doc/2694686/metodicheskie-rekomendacii-ro-kontrolyu-individual\\_noj](https://studylib.ru/doc/2694686/metodicheskie-rekomendacii-ro-kontrolyu-individual_noj). – Дата доступа: 18.06.2024.
3. Конькобежный спорт: учебник / под ред. Е. П. Степаненко. – М.: Физкультура и спорт, 1997. – 186 с.
4. Волков, Н. И. Биоэнергетика спорта: Монография / Н. И. Волков, В. И. Олейников. – М.: Советский спорт, 2011. – 160 с.
5. Волков, Н. И. Физиологические критерии выносливости спортсменов / Н. И. Волков // Физиология человека. – 2004. – Т. 30. – № 4. – С. 103–113.
6. Селезнева, И. С. Биохимические изменения при занятиях физкультурой и спортом: учеб. пособие / И. С. Селезнева, М. Н. Иванцова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 162 с.
7. Ayalon A, Inbar O, Bar-Or O. Relationships among measurements of explosive strength and anaerobic power. In: Nelson RC, Morehouse

CA, eds. International Series on Sport Sciences. 1: Biomechanics IV. Baltimore, MD: University Park Press; 1974:527–532.

8. Ozgur Ozkaya, Gorkem Aybars Balci, Hakan As and Emre Vardarli. [The Test-Retest Reliability of New Generation Power Indices of Wingate All-Out Test]. J Sports Publ. 2018, no. 6, 31 p.

9. Jaafar H., Rouis M., Coudrat L., Attiogbé E., Vandewalle H., Driss T. Effects of Load on Wingate Test Performances and Reliability. J. Strength Cond. Res. 2014;28:3462–3468.

10. Dotan R., Bar-Or O. [Load optimization for the Wingate Anaerobic Test]. Eur J Appl Physiol Publ., 1983, no. 51, pp. 409–417.

11. Coppin E, Heath EM, Bressel E, Wagner DR. Wingate anaerobic test reference values for male power athletes. Int J Sports Physiol Perform. 2012;7:232–236.

12. How anaerobic is the wingate anaerobic test for humans? / R. Beneke, C. Pollmann, I. Bleif et al. // European Journal of Applied Physiology. – 2002. – Vol. 87, iss. 4–5. – P. 388–392.

13. Титова, Е. М. Сравнительный анализ показателей Вингейт-теста у высококвалифицированных конькобежцев в зависимости от величины испытательной нагрузки / Е. М. Титова, Е. В. Хроменкова, В. В. Роговцев // Прикладная спортивная наука. – 2019. – №2 (10). – С. 21–26.

14. Кетлерова, Е. С. Эргометрические показатели максимальной анаэробной мощности у спортсменов разных специализаций / Е. С. Кетлерова, Л. Н. Коданева // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2022. – № 2 (204). – С. 200–203.

15. Недоцук, А. И. Влияние частоты педалирования на мощность анаэробного порога / А. И. Недоцук, А. И. Лаптев, А. Ф. // Вестник спортивной науки. – 2021. – № 6. – С. 18–24.

16. Bar-Or, O. The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity / O. Bar-Or // Sports Medicine, 1987. – 4(6). P. 381–394.

17. Jacobs, I. The relationship between physical working capacity and the components of anaerobic capacity / I. Jacobs, P. Kaiser // European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology. – 1982. – 49(1). – P. 51–59.

26.08.2024