

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ**

Учитель
Курс повышения
Квалификации
ВРЕМЕНИ
Ульяна Николаевна Ульянова

**УЛГПУ
им. И.И. Ульянова –
кузница
научно-педагогических
кадров России**

2-2021



СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИКИ ПЕДАЛИРОВАНИЯ В ВЕЛОСИПЕДНОМ СПОРТЕ И ТРИАТЛОНЕ

УДК/UDC 796.015

Поступила в редакцию 18.12.2020 г.



Информация для связи с автором:
KazakovAYu@mgpu.ru

Кандидат педагогических наук, профессор **А.А. Захаров**¹
Доктор биологических наук, профессор **Е.Ю. Федорова**²
А.Ю. Казаков²

Аспирант **А.Ю. Бородавкин**²

¹Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва

²Московский городской педагогический университет, Москва

MODERN APPROACHES TO EVALUATION OF EFFECTIVENESS OF PEDALING TECHNIQUES IN CYCLING AND TRIATHLON

PhD, Professor **A.A. Zakharov**¹

Dr. Biol., Professor **E.Yu. Fedorova**²

A.Yu. Kazakov²

Postgraduate **A.Yu. Borodavkin**²

¹Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow

²Moscow City Pedagogical University, Moscow

Аннотация

Цель исследования – оценка эффективности техники педалирования велосипедистов и триатлонистов с применением технических средств, оснащенных тензометрическими датчиками.

Методика и организация исследования. На первом этапе исследования приняли участие 20 триатлонистов-мужчин в возрасте 25 – 40 лет. На велоэргометре Excalibur Sport выполнялось педалирование с постоянным сопротивлением 50 и 100 Вт, на каждом из которых испытуемые педалировали с каденсом 70, 90 и 110 об/мин, при этом регистрировались значения крутящего момента, создаваемого левой и правой ногой. На втором этапе исследования приняли участие 10 велосипедистов 15-16 лет, специализирующихся в темповых дисциплинах велосипедного спорта-трека. При определении максимальной анаэробной алактатной мощности (МАМ) путем максимального 10-секундного ускорения с места сидя в седле, а также при педалировании 1 мин на мощности анаэробного порога (WANП, ПАНУ) регистрировался крутящий момент, создаваемый левой и правой ногой.

Результаты исследования и выводы. В результате анализа данных, полученных в ходе исследования, установлено статистически достоверное (при $p < 0,05$) увеличение отрицательных значений крутящего момента на 15% при увеличении каденса педалирования на каждые 20 об/мин. В то же время можно говорить, что именно снижение усилий, прикладываемых за каждый оборот, приводит к увеличению отрицательных значений крутящего момента ввиду отсутствия навыков кругового педалирования. В ходе эксперимента была установлена сильная отрицательная корреляционная связь ($r = -0,77$) между отрицательными значениями момента силы и мощностью педалирования. Наличие отрицательных значений крутящего момента у 100% испытуемых свидетельствует о низкой эффективности техники педалирования. Таким образом, данный факт подтверждает актуальность исследований в данной области, в частности указывает на необходимость разработки методики совершенствования техники кругового педалирования.

Ключевые слова: техника педалирования, крутящий момент, момент силы, велоэргометрия, мощность педалирования, каденс, максимальная анаэробная алактатная мощность, мощность анаэробного порога.

Annotation

Objective of the study was to evaluate the effectiveness of the pedaling technique of cyclists and triathletes using the technical aids equipped with tensometric sensors.

Methods and structure of the study. At the first stage of the study, we examined 20 male triathletes aged 25-40 years. They were asked to perform physical work on the Excalibur Sport cycle ergometer with the constant resistance of 50W and 100W and constant cadence of 70, 90, and 110 rpm. At each step, the rotational moment (torque) produced by the left and right legs was registered. At the second stage of the study, we examined 10 cyclists aged 15-16 years, who specialized in the pace disciplines of cycling-track. The maximal anaerobic alactic power (MAP) was measured during the maximum 10-second seated acceleration from stop. The rotational moment produced by the left and right legs was determined during the 1-minute pedaling at the power of anaerobic threshold (WANP, ANT).

Results and conclusions. The analysis of the data obtained revealed a statistically significant ($p < 0.05$) increase in the negative torque values by 15% with an increase in the pedaling cadence for every 20 rpm. At the same time, it can be said that it is the reduction in the effort applied for each rotation that increases the negative torque values due to the lack of spinning technique. The study found a strong negative correlation ($r = -0.77$) between the negative values of the moment of force and pedaling power. The negative torque values in 100% of the subjects indicated poor pedaling technique. Therefore, this fact confirms the relevance of research in this field, in particular, necessitates the development of a methodology to improve the spinning technique.

Keywords: pedaling technique, torque, moment of force, cycle ergometry, pedaling power, cadence, maximal alactic power, power of anaerobic threshold.

Введение. В классических видах велосипедного спорта, таких как велоспорт-трек и велоспорт-шоссе, а также на велосипедном этапе триатлона, основным рабочим действием, приводящим велосипед в движение, является педалирование. С позиции биомеханики педалирование – это образование момента сил, крутящего момента на оси каретки посредством приложения велосипедистом сил к педалям, передаваемых на ось через закрепленные шатуны. Эффективность создания крутящего момента во многом определяет спортивный результат велосипедистов и триатлонистов [2–4]. В связи с этим оценка эффективности техники педалирования, в количественном выражении представляется весьма актуальной задачей в контексте планирования и реализации технической подготовки велосипедистов [1, 5, 6].

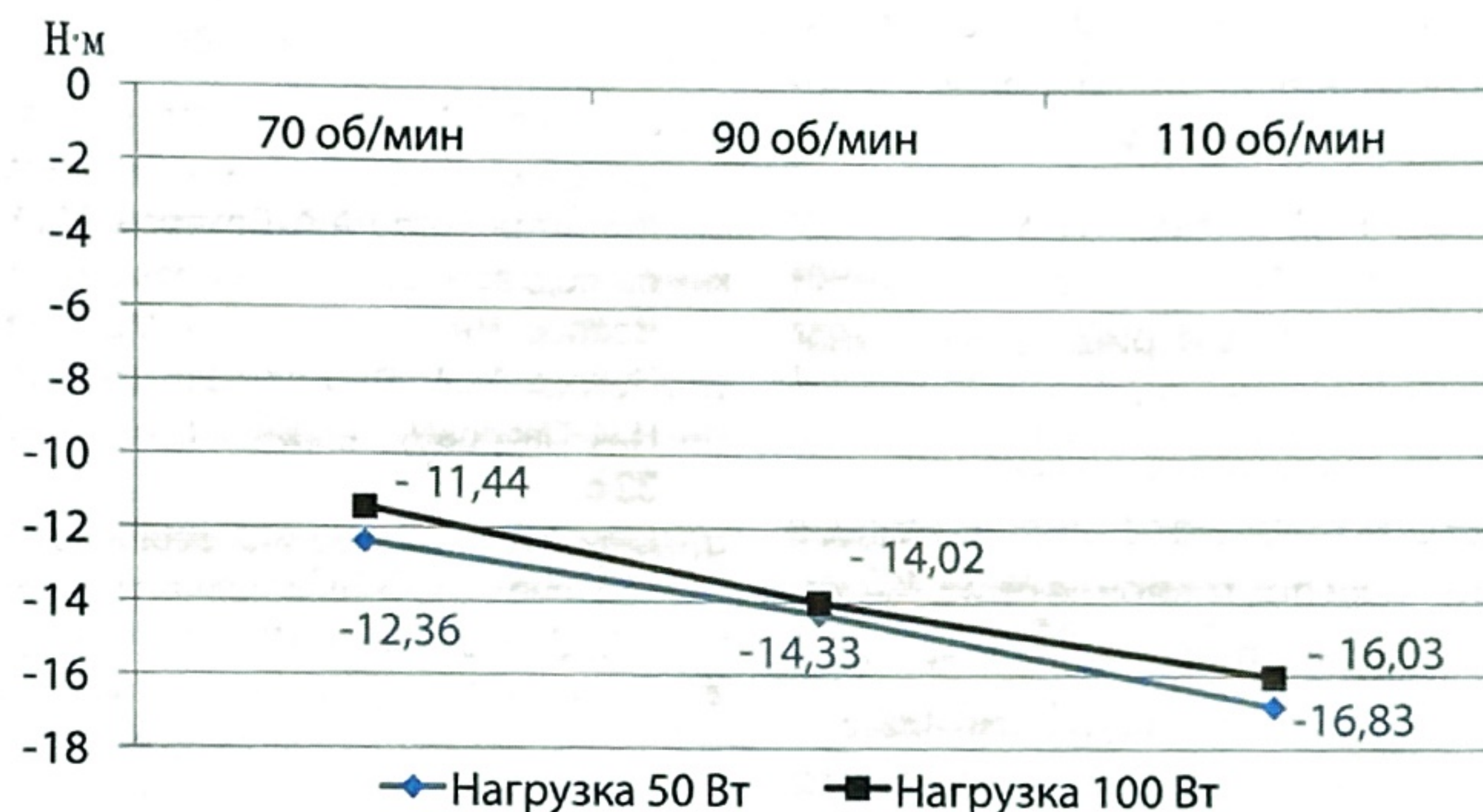
Цель исследования – оценка эффективности техники педалирования велосипедистов и триатлонистов с применением технических средств, оснащенных тензометрическими датчиками.

Методика и организация исследования. Одним из примеров технических средств, оснащенных тензометрическими датчиками, позволяющими регистрировать силы, создаваемые левой и правой ногой при педалировании, и специаль-

ным программным обеспечением, предоставляющим возможность анализировать полученные результаты, является велоэргометр Excalibur Sport (Lode, Нидерланды). Оценка техники осуществляется посредством педалирования на велоэргометре Excalibur Sport с различным каденсом и сопротивлением. В ходе тестов регистрируется сила, прикладываемая левой и правой ногой к педалям во всех точках их движения по окружности. В результате анализа техники оценивается эффективность создания крутящего момента в количественном выражении. Выявляются ошибки техники педалирования. Это позволяет объективно проследить изменения в технике в результате технической подготовки.

На первом этапе исследования приняли участие 20 триатлонистов-мужчин в возрасте 25–40 лет. На велоэргометре Excalibur Sport выполнялось педалирование с постоянным сопротивлением 50 и 100 Вт, на каждом из которых испытуемые педалировали с каденсом 70, 90 и 110 об/мин, при этом регистрировались значения крутящего момента, создаваемого левой и правой ногой.

На втором этапе исследования приняли участие 10 велосипедистов 15–16 лет, специализирующихся в темповых дисциплинах велосипедного спорта-трека. При определе-



Изменение средних отрицательных значений крутящего момента в зависимости от изменения каденса при педалировании с постоянным сопротивлением

Таблица 1. Динамика средних отрицательных (минимальных) значений крутящего момента (Mmin) при педалировании с постоянным сопротивлением 50 Вт, 100 Вт и различным каденсом

Нагрузка	Каденс (частота педалирования)					
	70 об/мин		90 об/мин		110 об/мин	
	Mmin Левая нога (n=20) X ± m	Mmin Правая нога (n=20) X ± m	Mmin Левая нога (n=20) X ± m	Mmin Правая нога (n=20) X ± m	Mmin Левая нога (n=20) X ± m	Mmin Правая нога (n=20) X ± m
50 Вт	-12,36 Н·м ± 0,07*	-12,37 Н·м ± 0,09*	-14,30 Н·м ± 0,04*	-14,37 Н·м ± 0,06*	-16,00 Н·м ± 0,07*	-17,66 Н·м ± 0,05*
100 Вт	-11,78 Н·м ± 0,03*	-11,10 Н·м ± 0,05*	-14,41 Н·м ± 0,04*	-13,63 Н·м ± 0,03*	-16,92 Н·м ± 0,05*	-17,15 Н·м ± 0,06*

* – различия статистически достоверны (при p<0,05).

Таблица 2. Средние отрицательные значения крутящего момента при педалировании на мощности анаэробного порога и при максимальной анаэробной алактатной мощности

Показатели	Mmin (n=10) X ± m	
	Левая нога	Правая нога
Педалирование на WAnП (X = 265,7 Вт)	- 19,01 Н·м ± 0,06 *	- 18,90 Н·м ± 0,07 *
Педалирование на Wmax (X = 1198,67 Вт)	- 4,41 Н·м ± 0,02 *	- 1,72 Н·м ± 0,01 *

* – различия статистически достоверны (при p<0,05).

нии максимальной анаэробной алактатной мощности (МАМ) путем максимального 10-секундного ускорения с места сидя в седле, а также при педалировании 1 мин на мощности анаэробного порога (WANП, ПАНО) регистрировался крутящий момент, создаваемый левой и правой ногой. Мощность анаэробного порога была заранее определена для каждого испытуемого в отдельном тесте со ступенчато возрастающей нагрузкой с газоанализом и анализом динамики накопления лактата.

Результаты исследования и их обсуждение. Полученные результаты показали (табл. 1), что, в то время как одна нога нажимает на педаль, другая при отсутствии подтягивания своей массой, под воздействием силы тяжести давит на педаль в противоположном направлении и тем самым создает отрицательные значения крутящего момента. Таким образом, при нажиме на педаль приходится преодолевать за счет большего усилия, создаваемого в передней зоне окружности педалирования, не только внешнее сопротивление, но и отрицательные значения крутящего момента, создаваемые самим велосипедистом в результате низкой эффективности техники, т.е. отсутствия подтягивания педали в задней зоне окружности педалирования. Следовательно, модуль и направление момента сил являются одним из основных показателей, характеризующих эффективность техники педалирования в велосипедном спорте и триатлоне.

Математико-статистическая обработка данных с использованием t-критерия Стьюдента показала наличие статистически достоверных различий (при $p < 0,05$) в отрицательных значениях крутящего момента на разном каденсе.

Из результатов исследования, представленных на рисунке, видно, что с увеличением частоты педалирования на каждые 20 об/мин происходит статистически достоверное при 5%-ном уровне значимости увеличение отрицательных значений крутящего момента в среднем на 15% (см. рисунок). Понимая, что увеличение частоты педалирования при сохранении внешней нагрузки означает снижение сопротивления, преодолеваемого при каждом обороте педали, можно говорить, что именно уменьшение усилий за каждый оборот приводит к увеличению отрицательных значений крутящего момента.

На втором этапе исследования было установлено, что при педалировании на мощности анаэробного порога, которая в среднем у испытуемых велосипедистов составила 265,7 Вт на 120 об/мин, отрицательные значения крутящего момента достигают в среднем 19 Н·м, тогда как при педалировании с максимальной мощностью в среднем 1198,67 Вт на 140 об/мин отрицательные значения крутящего момента гораздо ниже и составляют в среднем 3 Н·м (табл. 2).

При использовании коэффициента корреляции Брав-Пирсона была установлена сильная отрицательная статистическая взаимосвязь ($r = -0,77$) между мощностью педалирования и отрицательными значениями крутящего момента.

Выводы. Одним из основных количественных критериев, характеризующих эффективность техники педалирования, является наличие минимальных (отрицательных) значений крутящего момента. Наличие отрицательных значений момента силы свидетельствует о низкой эффективности техники, отсутствии кругового педалирования, в частности об отсутствии подтягивания педали в задней зоне окружности. Более того, наличие отрицательных значений крутящего момента говорит о создании дополнительного сопротивления и необходи-

мости увеличения силы надавливания на педаль в передней зоне окружности педалирования.

Так, средние отрицательные значения крутящего момента при педалировании на мощности анаэробного порога и частоте 120 об/мин составили 19 Н·м.

В результате анализа данных, полученных в ходе исследования, было установлено статистически достоверное (при $p < 0,05$) увеличение отрицательных значений крутящего момента на 15% при увеличении каденса педалирования на каждые 20 об/мин. В то же время можно говорить, что именно снижение усилий, прикладываемых за каждый оборот, приводит к увеличению отрицательных значений крутящего момента ввиду отсутствия навыков кругового педалирования.

В ходе эксперимента была установлена сильная отрицательная корреляционная связь ($r = -0,77$) между отрицательными значениями момента силы и мощностью педалирования.

Наличие отрицательных значений крутящего момента у 100% испытуемых свидетельствует о низкой эффективности техники педалирования. Данный факт подтверждает актуальность исследований в данной области, в частности указывает на необходимость разработки методики совершенствования техники кругового педалирования.

Литература

1. Захаров А.А. Совершенствование техники педалирования у велосипедистов 15-16 лет с использованием специальных тренажерных устройств / А.А. Захаров, М.М. Ковылин // Актуальные вопросы подготовки спортсменов в спорте высших достижений: матер. Всерос. Интернет-конф. – М., 2011. – С. 38-40.
2. Петров Н.И. Распределение усилий в цикле педалирования / Н.И. Петров // Теория и практика физ. культуры. – 1967. – № 5. – 33 с.
3. Седов А.В. Анализ и совершенствование техники педалирования велосипедиста-шоссейника: автореф. дис. ... канд. пед. наук / А.В. Седов. – М.: ГЦОЛИФК, 1967. – 29 с.
4. Чхаидзе Л.В. Определение величины и направления усилий велосипедиста при педалировании на велосипеде / Л.В. Чхаидзе // Велосипедный спорт. – М.: Физкультура и спорт, 1966. – Вып. 4. – 18 с.

References

1. Zakharov A.A., Kovylin M.M. Sovershenstvovanie tekhniki pedalirovaniya u velosipedistov 15-16 let s ispolzovaniem spetsialnykh trenazhernykh ustroystv [Special training devices to improve pedaling technique of 15-16-year-old cyclists using]. Aktualnye voprosy podgotovki sportsmenov v sporte vysshikh dostizheniy [Actual issues of athletic training in elite sports]. Proc. nat. Internet conf.. Moscow, 2011. pp. 38-40.
2. Petrov N.I. Raspredelenie usilii v tsikle pedalirovaniya [Distribution of efforts in the pedaling cycle]. Teoriya i praktika fiz. kultury. 1967. No. 5. 33 p.
3. Sedov A.V. Analiz i sovershenstvovanie tekhniki pedalirovaniya velosipedista-shosseynika [Analysis and improvement of pedaling technique of road cyclist]. PhD diss. abstract. Moscow: Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism publ., Moscow, 1967. 29 p.
4. Chkhaidze L.V. Opredelenie velichiny i napravleniya usilii velosipedista pri pedalirovanii na velosipede [Rating amount and direction of cyclist's efforts during bicycle pedalling work]. Velosipedny sport. Moscow: Fizkultura i sport publ., 1966. no. 4. 18 p.
5. Dantas, J.L. The efficiency of pedaling and the muscular recruitment are improved with increase of the cadence in cyclists and non-cyclists / J.L. Dantas, B.P.C. Smirmaul, L.R. Altimari, A.H. Okano, E.B. Fontes, T.V. Camata, A.C. Moraes // Electromyography and clinical neurophysiology, September 2009.
6. Julio César Lima da Silva. Quadriceps and hamstring muscle activity during cycling as measured with intramuscular electromyography / Julio César Lima da Silva, O. Tarassova, M. M. Ekblom, E. Andersson, G. Rönquist, A. Arndt // Eur J Appl Physiol, June 2016. P. 1807 – 1817.