

## ИНДЕКС CRP – ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ В ВЕЛОСИПЕДНОМ СПОРТЕ (ШОССЕ)

**А.В. Кубеев**, [kubeev.a.v@vniifk.ru](mailto:kubeev.a.v@vniifk.ru), <http://orcid.org/0009-0002-9516-3787>  
**Е.Д. Горбунов**, [gorbunov.e.d@vniifk.ru](mailto:gorbunov.e.d@vniifk.ru), <https://orcid.org/0009-0000-8855-6350>  
**В.П. Черкашин**, [cherkashin.v.p@vniifk.ru](mailto:cherkashin.v.p@vniifk.ru), <http://orcid.org/0000-0003-2730-8737>  
Федеральный научный центр физической культуры и спорта, Москва, Россия

**Аннотация. Цель:** разработка валидного способа оценки СФП велогонщиков, специализирующихся в шоссейных дисциплинах, для объективного сравнения их конкурентоспособности вне зависимости от условий проведения гонок. **Материалы и методы.** Проанализировано свыше 4,5 тысячи результатов выступления российских и зарубежных велосипедистов и велосипедисток в период 2018–2024 гг. с одновременной фиксацией значимых особенностей гоночных условий. При обосновании искомой расчётной методики использовано математическое моделирование. Взаимосвязи релевантных показателей внешней и внутренней сторон физической нагрузки определялись с дополнительным привлечением данных функционального тестирования 56 спортсменов обоёго пола на велоэргометре, включая данные спирометрии, газоанализа и контроля уровня лактата в крови. **Результаты.** Разработан инновационный способ расчёта интегрального рейтингового показателя СФП велосипедистов-шоссейников – «индекса CRP» (Cycling Rating Points) – по трём основным параметрам: длина дистанции, её трудность и итоговое время на финише. **Заключение.** Предложенный подход позволяет объективизировать сравнение уровня подготовленности велосипедистов, повышает точность мониторинга их спортивной формы и эффективность управления тренировочным процессом. Научная обоснованность индекса *CRP* подтверждается высокими корреляционными связями его значения со средними значениями скорости передвижения по дистанции, мощности педалирования и скорости потребления кислорода.

**Ключевые слова:** велосипедный спорт, шоссейные гонки, индекс CRP, специальная физическая подготовленность, мощность педалирования, потребление кислорода, рейтинговый показатель, мониторинг тренировочного процесса

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУ ФНЦ ВНИИФК № 777-00001-25-00 (код темы № 001-25/8).

**Для цитирования:** Кубеев А.В., Горбунов Е.Д., Черкашин В.П. Индекс CRP – интегральный показатель оценки уровня специальной физической подготовленности спортсменов в велосипедном спорте (шоссе)// Человек. Спорт. Медицина. 2025. Т. 25, № 4. С. 167–173. DOI: 10.14529/hsm250421

Original article  
DOI: 10.14529/hsm250421

## CRP INDEX: AN INTEGRAL MEASURE OF SPECIAL PHYSICAL FITNESS IN ROAD CYCLISTS

**A.V. Kubeev**, [kubeev.a.v@vniifk.ru](mailto:kubeev.a.v@vniifk.ru), <http://orcid.org/0009-0002-9516-3787>  
**E.D. Gorbunov**, [gorbunov.e.d@vniifk.ru](mailto:gorbunov.e.d@vniifk.ru), <https://orcid.org/0009-0000-8855-6350>  
**V.P. Cherkashin**, [cherkashin.v.p@vniifk.ru](mailto:cherkashin.v.p@vniifk.ru), <http://orcid.org/0000-0003-2730-8737>  
Federal Science Center of Physical Culture and Sport, Moscow, Russia

**Abstract. Aim.** This study aims to develop a valid method for assessing the special physical fitness of road cyclists in order to enable an objective comparison of their competitiveness irrespective of race conditions. **Materials and methods.** Over 4,500 performance results of Russian and international male and female cyclists from the period 2018–2024 were analyzed, with the simultaneous recording of significant race

conditions. The calculation method was justified using mathematical modeling. Relationships between relevant parameters of the external and internal aspects of physical load were determined by additionally incorporating data from functional testing of 56 athletes of both sexes on a cycling ergometer, including spirometry, gas analysis, and blood lactate monitoring. **Results.** An innovative method to calculate the integral special physical fitness rating indicator for road cyclists – the CRP (Cycling Rating Points) index – was developed based on three key parameters: race distance, difficulty, and finishing time. **Conclusion.** The proposed approach objectivizes the comparison of cyclists' physical fitness levels, enhances the accuracy of monitoring their athletic form, and improves the efficacy of training process management. The scientific validity of the CRP index is confirmed by its high correlations with mean speed over the distance, pedaling power, and the rate of oxygen consumption.

**Keywords:** cycling, road racing, CRP Index, special physical fitness, pedaling power, oxygen consumption, rating indicator, training process monitoring

**Acknowledgements.** This work was completed as part of State Assignment No. 777-00001-25-00 (Research Topic Code No. 001-25/8) of the Federal Science Center of Physical Culture and Sport.

**For citation:** Kubeev A.V., Gorbunov E.D., Cherkashin V.P. CRP index: an integral measure of special physical fitness in road cyclists. *Human. Sport. Medicine.* 2025;25(4):167–173. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm250421

**Введение.** В циклических видах спорта конкурентоспособность занимающихся решающим образом зависит от уровня специальной физической подготовленности (СФП). При четкой регламентации соревновательных условий в качестве индикатора СФП используют спортивный результат. Однако в шоссейном велоспорте с учетом принципиальных различий в длине и профиле трасс такой подход не корректен. Отсутствие универсальной и объективной системы оценки СФП и конкурентоспособности велосипедистов-шоссейников – актуальная научная и практическая проблема.

**Целью** явилась разработка информативного способа оценки СФП спортсменов в шоссейном велоспорте, обеспечивающего возможность объективного сравнения их конкурентоспособности.

**Задачи исследования:** 1) обоснование критерия оценки СФП и разработка методики расчёта интегрального рейтингового показателя (CRP) для шоссейного велоспорта; 2) определение связи CRP с показателями внешней и внутренней сторон физической нагрузки (соревновательной и тренировочной) и функционального тестирования.

**Материалы и методы.** Проведен анализ методов оценки СФП в циклических видах спорта: лыжные гонки, плавание, гребные дисциплины, триатлон. Выявлены ограничения системы рэнкинга Международного союза велосипедистов (UCI) и определены причины её недостаточной информативности.

Оценки корреляции между длиной дистанции, временем прохождения и средней

скоростью передвижения получены на основе результатов выступления спортсменов в соревнованиях по шоссейному велоспорту, включая чемпионаты мира и этапы серии Гранд-тур 2018–2021 годов (n = 252). Учитывались гонки, для которых доступны данные о длине дистанции и сумме положительных перепадов высоты (TC, total climb). Изучение корреляции между средней скоростью передвижения и трудностью дистанции проведено на основе анализа 4 356 протокольных записей тренировок и соревнований ведущих зарубежных и российских велогонщиков в 2022–2024 гг. Под трудностью дистанции понимается её градиент – отношение суммы положительных перепадов высоты к длине.

Информационная база исследования сформирована на основе результатов гонок, представленных на портале Proccyclingstats<sup>1</sup> и ЕИСП «Велоспорт России»<sup>2</sup>. Обязательное условие включения данных в анализ – использование надежной системы фиксации мощности педалирования. Информация о зарубежных спортсменах получена в сети Интернет.

Для выявления взаимосвязи показателей внешней и внутренней сторон физической нагрузки протестированы 56 спортсменов от третьего юношеского разряда до мастера спорта России международного класса мето-

---

<sup>1</sup> Proccyclingstats. PCS Ranking, Individual. URL: <http://www.proccyclingstats.com/rankings.php> (дата обращения: 15.03.2025).

<sup>2</sup> Единая информационная спортивная платформа Федерации велосипедного спорта России «Велоспорт России». URL: <http://rus.bike/russia/road/> (дата обращения: 15.03.2025).

дом велоэргометрии в стандартных условиях в начале и конце соревновательных сезонов 2022 и 2023 годов. Использовалось оборудование Wattbike Pro<sup>3</sup>. Испытуемые – 35 мужчин и 21 женщина от 10 до 36 лет – специализировались в дисциплинах шоссейного велоспорта и маунтинбайка, требующих нагрузки с преобладанием аэробного и смешанного аэробно-анаэробного механизмов энергообеспечения [1, 5, 6].

Программа тестирования включала: 1) 20-minute FTP test; 2) 5k Distance Challenge (до 13 лет – 3k Distance Challenge). Данные тесты были выбраны в качестве валидных инструментов измерения функциональной пороговой мощности (FTP) и критической мощности (максимальная средняя в течение 5 минут) [5, 6]. Целью тестов являлось достижение максимальной средней мощности педалирования за время работы, а также минимального времени преодоления дистанции.

Газообмен и легочная вентиляция измерялись с помощью системы MasterScreen (Care Fusion, Германия); частота сердечных сокращений (HR) контролировалась с помощью монитора сердечного ритма Polar Ignite; биохимический контроль нагрузки осуществлялся путем измерения уровня лактата в крови до нагрузки, каждые 2 минуты во время тестирования и через 3 минуты после его завершения с использованием анализатора EKF Diagnostic BIOSEN\_C line GP+.

Напряжённость нагрузки оценивалась по средним значениям мощности педалирования –  $P$ , частоты сердечных сокращений –  $HR$ ; скорости поглощения кислорода –  $\nu O_2$ ; скорости вентиляции лёгких –  $ve$ ; концентрации лактата в крови –  $La$ . За стопроцентную напряжённость работы выбраны значения параметров в тесте 5k Distance Challenge.

**Результаты.** В рамках исследования параметр оценки текущего уровня СФП спортсменов в шоссейном велоспорте получил название «индекс CRP» (Cycling Rating Points) [2, 3].

В окончательном варианте определение значения индекса CRP предлагается проводить на основе трёх ключевых факторов: 1) количество работы – представленное временем выполнения физической нагрузки специального характера; 2) интенсивность работы –

выраженная скоростью передвижения; 3) трудность работы – определяемая средним градиентом дистанции, который рассчитывается как отношение суммарного набора высоты (м) к общей длине дистанции (км).

Большее значение индекса CRP соответствует более высокому уровню СФП и более высокому соревновательному результату. Оно должно увеличиваться: с ростом скорости на дистанциях, сопоставимых по длине и трудности; с увеличением набора высоты при одинаковой длине дистанции и близкой скорости передвижения; с удлинением дистанции при идентичных показателях набора высоты и скорости передвижения.

Таким образом, индекс CRP представляет собой агрегированный показатель, оцениваемый на основе балльной шкалы спортивных достижений и определенный в трёхмерной системе координат (аргументов) «время – скорость – градиент». Его физический смысл заключается в отношении средней скорости прохождения спортсменом контрольной дистанции к скорости ведущих гонщиков мира на трассах, сопоставимых по длине и трудности, выраженном в условных единицах. Данный подход позволяет объективно оценивать уровень СФП спортсмена вне зависимости от абсолютных значений длины и трудности трассы. В качестве шкалы значений индекса CRP выбран диапазон от 0 (начинающие) до 1 000 и выше (элита).

Базовый компонент формулы индекса CRP – «кривая рекордов по скорости», предложенная В.С. Фарфелем. Она описывает закономерность снижения предельной скорости при увеличении времени работы или длины дистанции [4]. Однако корректно вывести искомую зависимость для шоссейного велоспорта нельзя из-за нестандартных условий гонок. Поэтому в данном случае при построении «кривой рекордов по скорости» в качестве основы использованы рекордные результаты победителей за период 2019–2025 годов в близких трековых дисциплинах – индивидуальных гонках на 1 и 4 км, а также в часовой гонке (рис. 1).

Примечательно, что у полученных зависимостей коэффициенты аппроксимации близки к единице, что подтверждает правильность выбора вида уравнения, описывающего снижение предельной скорости и, соответственно, мощности работы при увеличении длины дистанции.

<sup>3</sup> Wattbike. Test information. URL: <http://support.wattbike.com/hc/en-gb/sections/360005498479-Tests> (дата обращения: 15.03.2025).

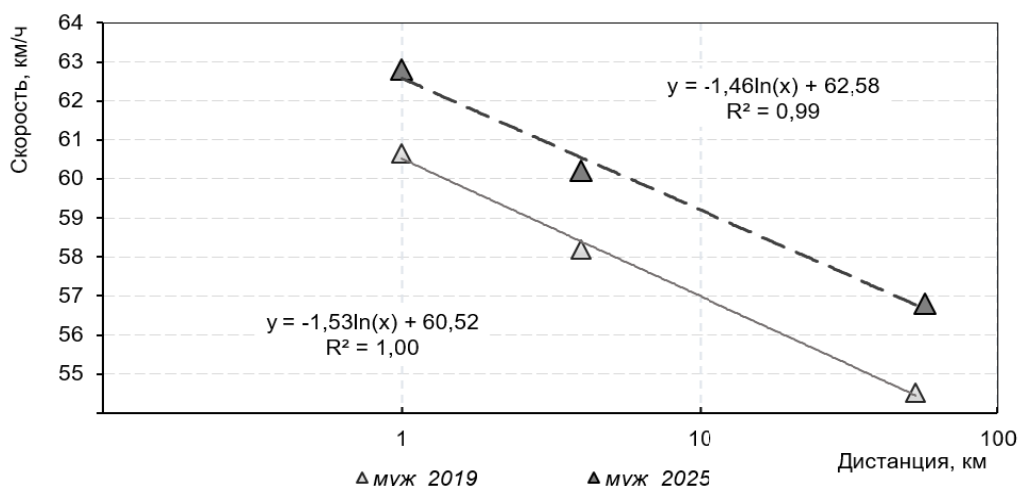


Рис. 1. Зависимость рекордных значений скорости передвижения от длины дистанции у мужчин в индивидуальных гонках трекового велоспорта на 1 км, 4 км и в часовой гонке в 2019 и 2025 гг. (в логарифмической шкале абсцисс)  
Fig. 1. Relationship between record speed and distance for men in individual track cycling races (1 km, 4 km, and hour race) in 2019 and 2025 (logarithmic x-axis)

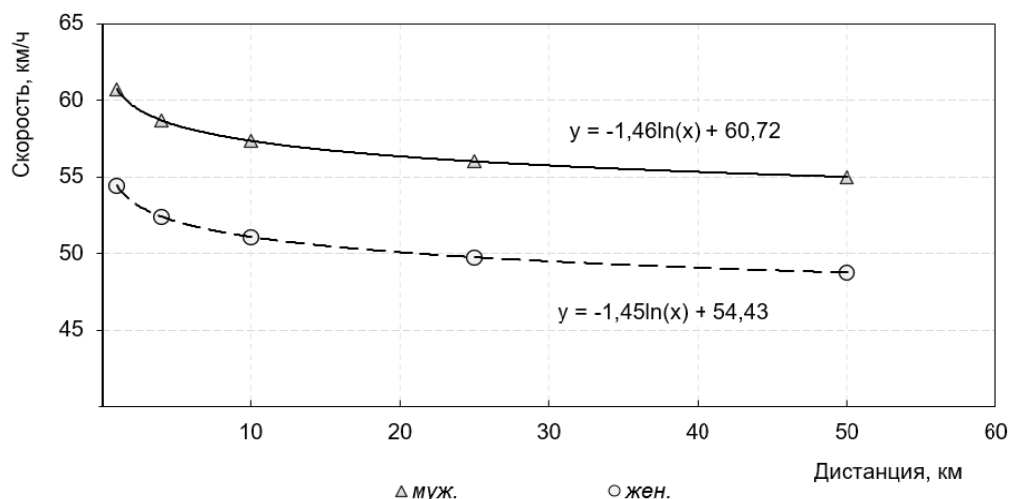


Рис. 2. Расчётные модели взаимосвязи предельной скорости передвижения от длины гоночной дистанции равнинного профиля для шоссейных велогонщиков элитного уровня мужского и женского пола – «кривая рекордов по скорости» на 2025 г.  
Fig. 2. Predictive models of the relationship between maximum speed and race distance on flat terrain for elite male and female road cyclists – the 2025 “Speed Record Curve”

Нет оснований полагать, что в шоссейном велоспорте снижение скорости или мощности педалирования при увеличении дистанции будет принципиально иным. Следовательно, для аналогичных дисциплин в шоссейном велоспорте в первом приближении можно принять ту же логарифмическую зависимость и коэффициент (-1,46), которые описывают характер снижения скорости (или мощности) в трековых гонках.

Линейный коэффициент логарифмической функции, равный 62,580 применительно к трековым дисциплинам, отражает расчётную среднюю скорость прохождения дистан-

ции 1 км в индивидуальной гонке элитных велосипедистов-мужчин. Для женщин этот показатель равен 56,102. Анализ результатов мужских индивидуальных гонок на крупнейших международных соревнованиях по шоссейному велоспорту за 2018–2024 гг. позволяет принять аналогичный коэффициент в значении 60,72, чему соответствует расчётная скорость 60,72 км/ч на шоссейной дистанции 1 км. Поскольку отставание женщин в сопоставимых мужским дисциплинах в настоящее время вышло на уровень удельного значения 0,8965, линейный коэффициент функции для женщин равен 54,43.

Визуализация полученных формул представлена на графиках снижения предельной скорости элитными велогонщиками и велогонщицами по мере увеличения длины дистанции (рис. 2). Любая точка графика расчётных моделей, отражающая пару значений «длина дистанции – скорость», соответствует одному и тому же значению CRP, равному 1000 пунктам.

Второй компонент формулы расчёта индекса CRP учитывает влияние трудности дистанции на скорость передвижения. Исследования показали, что при увеличении градиента дистанции на 1 м/км средняя скорость уменьшается по линейной зависимости примерно на 0,434 км/ч.

Третий компонент формулы призван отразить градиацию уровня СФП от начального до элитного. Велогонщики с различными уровнями СФП демонстрируют на соревнованиях соответствующую этим уровням скорость. Соответственно, график рекордов скорости менее квалифицированных гонщиков будет располагаться ниже, чем у более сильных спортсменов. Для описания этого снижения в формуле индекса CRP предложено использовать логистическую функцию, коэффициенты которой определены с учётом нормативов Единой всероссийской спортивной классификации, а также анализа протоколов соревнований по шоссейному велоспорту последних лет.

Таким образом, окончательная формула индекса CRP представлена следующей системой из трёх уравнений:

$$v_{rec}(L) = -1,46 \ln L + v_{1 km},$$

$$v_{red} = \frac{v - 0,434G}{q_{gen}},$$

$$CRP = 1000 \left( x_0 - \frac{1}{k} \ln \left( \frac{a}{v_{red}/v_{rec} - d} - 1 \right) \right),$$

где  $v_{red}$  – средняя скорость, приведённая с учётом трудности гоночной дистанции (градиент дистанции) и пола спортсменов;  $v$  – средняя скорость преодоления дистанции;  $G$  – градиент дистанции в виде отношения суммы положительных перепадов высот к её длине;  $q_{gen}$  – коэффициент, равный: для женщин – 0,8965, для мужчин – 1,0;  $v_{rec}(L)$  – «рекордная» гоночная скорость для дистанции  $L$  в заданной группе дисциплин велосипедного спорта;  $L$  – длина дистанции;  $v_{1 km}$  – скорость передвижения лучших спортсменов мира («рекордная») в шоссейном велоспорте на гоночной дистанции в 1 км в группах дисциплин велосипедного спорта, равная: для мужчин – 60,720 км/ч, для

женщин – 54,435 км/ч;  $a, k, x_0, d$  – коэффициенты логистической функции Ферхюльста, равные соответственно: 1; 4,41; 0,536; минус 0,12.

Наиболее достоверные результаты долгосрочного мониторинга динамики развития уровня СФП с использованием индекса CRP достигаются при проведении индивидуальных гонок на время по замкнутому маршруту в условиях, минимизирующих влияние внешних факторов. Однако такие условия встречаются редко – не более 1–2 гонок за сезон полностью соответствуют критериям точности. Поэтому рекомендуется регулярное проведение контрольных тренировок в стабильных, приближенных к соревновательным условиям. Среднегодовой уровень специальной физической подготовленности целесообразно определять на основе среднего значения пяти наивысших показателей CRP, зафиксированных в индивидуальных гонках на время в течение последних 365 дней, при этом исключая аномальные результаты.

Для обоснования применимости индекса CRP в велоспорте проверялась гипотеза о его связи со скоростью потребления кислорода – ключевым показателем внутренней нагрузки. Анализ включал корреляции между CRP, мощностью педалирования и средним потреблением кислорода в стандартных тестах с приоритетом на критическую мощность педалирования ( $Pcr(t)$ ) [5, 6]. Теоретическая основа гипотезы заключается в том, что ключевым фактором успеха в велоспорте является средняя скорость, зависящая от средней мощности педалирования на дистанции заданной продолжительности. Предельная мощность педалирования, в свою очередь, представляет собой линейную функцию скорости потребления кислорода, измеренной в тесте с сопоставимой по времени предельной нагрузкой.

В исследованиях по велоспорту скорость потребления кислорода оценивается в абсолютном ( $vO_{2 abs}$ ) и относительном ( $vO_{2 rel}$ ) выражениях [1, 5]. Для выявления более тесной связи с критической мощностью  $Pcr(t)$  была проведена корреляция между их средними значениями и результатами тестов. В тесте *20-minute FTP test* установлена высокая линейная связь с  $vO_{2 abs}$  ( $R^2 = 0,978$ ) и существенно слабее – с  $vO_{2 rel}$  ( $R^2 = 0,530$ ). Таким образом,  $vO_{2 abs}$  обладает большей информативной ценностью для оценки  $Pcr(t)$  и принят в исследовании в качестве основного показателя внутренней нагрузки.

Ранее установленные связи между  $Pcr(t)$ ,  $vO_{2\text{abs}}$  и  $ve$  были подтверждены с уточнением степени их выраженности: наибольшая корреляция выявлена между  $Pcr(t)$  и  $vO_{2\text{abs}}$  ( $R^2=0,88-0,94$ ), менее выраженная – с  $ve$  ( $R^2=0,73-0,92$ ). Между  $vO_{2\text{abs}}$  и  $ve$  также подтверждена линейная зависимость ( $R^2 \approx 0,95$ ).

Таким образом, скорость движения, мощность педалирования и скорость потребления кислорода находятся в тесной взаимосвязи. Поскольку методика расчёта  $CRP$  основана на скорости, она позволяет – с учётом длины, градиента дистанции и времени преодоления – косвенно оценивать мощность педалирования и потребление кислорода. Это делает  $CRP$  интегральным показателем, отражающим ключевые параметры внешней и внутренней сторон нагрузки и пригодным для комплексной оценки СФП. Практически это выражается в следующем: чем выше абсолютное потребление кислорода в тесте, тем выше мощность, скорость и, соответственно, индекс  $CRP$  в гонке. Это соответствует биоэнергетическому принципу, согласно которому выработка энергии мышечными клетками пропорциональна потреблению кислорода [1], и применимо к спортсменам разных возрастов, полов и уровней подготовки. При прочих равных условиях велогонщики с одинаковым  $vO_{2\text{abs}}$  демонстрируют схожие значения мощности и  $CRP$ , а значит – сопоставимые результаты на анало-

гичных дистанциях. В то же время более высокие значения  $vO_{2\text{abs}}$  и  $CRP$  обеспечивают преимущество в длительных гонках за счёт большей устойчивой мощности. Обобщённое правило: чем выше средняя абсолютная скорость потребления кислорода в тестах, тем выше мощность педалирования, скорость и  $CRP$ , достижимые спортсменом в гонке.

**Закключение.** Предложен интегральный индекс  $CRP$ , объективно отражающий текущий уровень СФП спортсменов в шоссейном велоспорте на основе взаимосвязанного учёта ключевых параметров преодоления практически любой произвольной гонки с регистрацией длины и трудности дистанции, а также времени её преодоления. Показана высокая корреляция индекса  $CRP$  с мощностью педалирования и скоростью потребления кислорода в стандартном функциональном тесте *20 minute FTP test*, что подтверждает научную обоснованность, а также надёжность и информативность предложенного способа оценки СФП велосипедистов. Применение индекса  $CRP$  открывает возможность сравнения СФП и общей конкурентоспособности спортсменов в шоссейном велоспорте независимо от состава и условий соревнований, в которых они участвуют.

Для удобного расчёта индекса  $CRP$  создан калькулятор на платформе ЕИСП «Велоспорт России»: <https://rus.bike/crp>.

#### Список литературы

1. Волков, Н.И. *Биоэнергетика спорта* / Н.И. Волков, В.И. Олейников. – М.: Совет. спорт, 2011. – 160 с.
2. Кубеев, А.В. *Исследование структуры и содержания системы спортивной подготовки спортсменов высокой квалификации в длительных локомоциях велосипедного спорта: отчёт о НИОКТР* / ФГБУ ФНЦ ВНИИФК; рук. А.В. Кубеев; исполн.: Е.Д. Горбунов, А.А. Оганесян, Е.А. Савенкова и др. – М., 2023. – 247 с. – № ИКРБС 223122800009-1.
3. *Сравнительная оценка основных параметров гоночных дистанций крупнейших международных и всероссийских соревнований в современном шоссейном велоспорте* / А.В. Кубеев, А.А. Оганесян, Е.А. Савенкова, В.А. Матина // *Теория и практика физ. культуры*. – 2022. – № 9. – С. 6–8.
4. Фарфель, В.С. *Сводная характеристика относительных мощностей работы* / В.С. Фарфель // *Курс физиологии человека*. – М.: Физкультура и спорт, 1941. – 367 с.
5. Allen, H. *Training and Racing with a Power Meter. 3th ed.* / H. Allen, A. Coggan, S. McGregor, 2019, 384 p. ISBN 9781948006101 (ebook).
6. Friel, J. *The cyclist's training bible: the world's most comprehensive training guide. 5th ed.*, 2018, 675 p.

**References**

1. Volkov N.I., Oleynikov V.I. *Bioenergetika sporta* [Bioenergetics of Sports]. Moscow, Soviet Sport Publ., 2011. 160 p.
2. Kubeev A.V., Gorbunov E.D., Oganesyanyan A.A. et al. *Issledovaniye struktury i sodержaniya sistemy sportivnoy podgotovki sportsmenov vysokoy kvalifikatsii v dlitel'nykh lokomotsiyakh velosipednogo sporta: otchët o NIOKTR* [Study of the Structure and Content of the System of Sports Training of Highly Qualified Athletes in Long-distance Cycling. Scientific Report]. Moscow, Federal Science Center of Physical Culture and Sport Publ., 2023. 247 p.
3. Kubeev A.V., Oganesyanyan A.A., Savenkova E.A., Matina V.A. [Comparative Assessment of the Main Parameters of Racing Distances of the Largest International and All-Russian Competitions in Modern Road Cycling]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Education], 2022, no. 9, pp. 6–8. (in Russ.)
4. Farfel' V.S. *Svodnaya kharakteristika otnositel'nykh moshchnostey raboty. Kurs fiziologii cheloveka* [Summary Characteristics of Relative Work Powers. Human Physiology Course]. Moscow, Physical Education and Sports Publ., 1941. 367 p.
5. Allen H., Coggan A., McGregor S. *Training and Racing with a Power Meter*. 3th ed., 2019, 384 p. ISBN 9781948006101 (ebook).
6. Friel J. *The Cyclist's Training Bible: the World's Most Comprehensive Training Guide*. 5th ed., 2018, 675 p.

**Информация об авторах**

**Кубеев Александр Владимирович**, кандидат педагогических наук, доцент, начальник лаборатории инновационных спортивных технологий, Федеральный научный центр физической культуры и спорта, Москва, Россия.

**Горбунов Евгений Дмитриевич**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории инновационных спортивных технологий, Федеральный научный центр физической культуры и спорта, Москва, Россия.

**Черкашин Виталий Петрович**, доктор педагогических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории инновационных спортивных технологий, Федеральный научный центр физической культуры и спорта, Москва, Россия.

**Information about the authors**

**Aleksandr V. Kubeev**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory of Innovative Sports Technologies, Federal Science Center of Physical Culture and Sport, Moscow, Russia.

**Evgeny D. Gorbunov**, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Innovative Sports Technologies, Federal Science Center of Physical Culture and Sport, Moscow, Russia.

**Vitaly P. Cherkashin**, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Chief Researcher, Laboratory of Innovative Sports Technologies, Federal Science Center of Physical Culture and Sport, Moscow, Russia.

**Вклад авторов:**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:**

The authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflict of interests.

**Статья поступила в редакцию 11.08.2025**

**The article was submitted 11.08.2025**