

ВЛИЯНИЕ «ВЕЛОПАМПИНГА» НА ДИСТАНЦИОННУЮ СКОРОСТЬ ГОНЩИКА В ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ВЕЛОСИПЕДНОГО СПОРТА BMX-RACING

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва
Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow



**НЕДОЦУК
Юрий Иванович**
Соискатель

NEDOTSUK Yuri
Applicant

**ЛАПТЕВ
Алексей Иванович**
Старший научный сотрудник НИИ
спорта, кандидат педагогических
наук

LAPTEV Alexey
Senior Research Fellow Research Institute of Sports, PhD. Ped.
Sciences, e-mail: laptaleksej@yandex.ru

**ЛЕВУШКИН
Сергей Петрович**
Директор НИИ спорта, доктор биологических наук,
профессор

LEVUSHKIN Sergei
Director of the Institute of Sports, doctor of biological Sciences,
Professor

Ключевые слова: теоретическая физика, техника велоспорта, велоспорт, «bigdouble», «smalltriple», BMX-racing, велопампинг, параметрический резонанс, педалирование.

Аннотация. В статье впервые в аспекте теоретической механики рассматривается влияние двигательного акта «велопампинг» на увеличение скорости велосипедиста в дисциплине BMX-racing в отсутствие педалирования. В работе показано, что возрастание скорости велосипедиста в отсутствие педалирования происходит за счет физического явления – «параметрического резонанса», возникающего вследствие периодического изменения параметров системы: ее момента инерции и положения центра тяжести при движении велосипедиста по выпуклым и вогнутым поверхностям.

INFLUENCE OF «VELOPUMPING» TECHNIQUES ON RACER'S SPEED DURING NON-PEDALING PHASE IN BMX-RACING

Keywords: theoretical physics, cycling equipment, cycling, «bigdouble», «smalltriple», BMX-racing, a term definition velopumping, parametric resonance, pedaling.

Abstract. In the article for the first time in the aspect of theoretical mechanics considers the influence of the motor act «velopumping» to increase the speed of the cyclist in the discipline of BMX-racing in the absence of pedaling. The increase in the absence of a cyclist pedaling rate was due to a physical phenomenon – «parametric resonance» which arises as a result of the periodic variation of the system parameters: its moment of inertia and center of gravity when moving cyclist on the convex and concave surfaces.

Актуальность исследования. В статье впервые рассматривается в аспекте теоретической механики влияние двигательного акта «велопампинг» на увеличение дистанционной скорости велосипедиста, которая возрастает за счет явления параметрического резонанса, возникающего в

ходе преодоления препятствий в виде double, расположенных на трассах BMX-racing, в отсутствие педалирования.

Цель исследования заключается в обосновании, в аспекте теоретической механики, влияния двигательного акта «велопампинг» (вызывающего

явления параметрического резонанса), выполняемого гонщиками в ходе преодоления препятствий в виде double, на увеличение скорости передвижения велосипедиста применительно к дисциплине велоспорта BMX-racing.

Организация и методы исследования.

Исследование проводилось на крытых велодромах BMX г. Саранска и СДЮСШОР «Нагорная» (г. Москва) в период с марта по сентябрь 2016 г. В процессе работы использовались следующие методы исследования: анализ, педагогическое наблюдение, дедукция, аксиоматика, гипотетико-дедуктивный метод.

Результаты исследования и их обсуждение.

Как правило, соревновательная дистанция BMX-racing составляет 300–400 метров, на которой расположены виражи и бугры различной величины. В ходе гонок дистанционная скорость велосипедиста нередко превышает 40 км/ч. За время прохождения дистанции велосипедист совершает в среднем 15–30 полных оборотов шатуна [1, 3, 8]. За такое количество оборотов при укладке чуть более пяти метров велосипедист не способен преодолеть дистанцию в 300–450 метров и развить соответствующую скорость.

В представленных ранее работах [6, 7] было показано целостное двигательное действие «велоампинг», состоящее из подседания и выпрямления, позволяющее велосипедисту существенно увеличивать дистанционную скорость без использования педалирования.

С помощью теоретической механики [2, 4, 5], непосредственно изучающей процессы и явления, связанные с взаимодействием материальных тел, на основе аксиоматического метода и посредством физических законов, ниже будут представлены выводы, свидетельствующие о возникновении параметрического резонанса в ходе велоампинга.

На рисунке 1 представлено схематическое изображение трех динамических систем: математического маятника, человека на качелях и велосипедиста на трассе. На рисунке 1А представлено изображение идеализированной модели математического маятника, длина подвеса которого периодически меняется. На рисунке 1Б изображено раскачивание качелей ритмичными движениями: подседание в точке максимального отклонения и выпрямление в нижней точке. При этом стрелками отмечена траектория движения центра масс системы человек-качели. И на рисунке 1С представлено преодоление велосипедистом

препятствий на трассе BMX-racing в виде double велоампингом. Стрелками показаны перемещение центра масс системы велосипедист-велосипед относительно поверхности трассы.

В ходе этих трех действий возникают идентичные явления (приращение энергии), которые, в первом случае, способствует увеличению скорости велосипедиста, а во втором и третьем – увеличению амплитуды колебаний качелей и маятника.

Схожесть представленных моделей не вызывает сомнения, поскольку характерные признаки двигательных актов и действий по своей структуре и динамике практически идентичны, что позволяет с уверенностью перейти к математическому моделированию изучаемого процесса. Метод аналогии дает возможность сформировать понятный образ нового явления, что способствует упрощению его математического описания.

Движение велосипедиста по заданной траектории отличается лишь немногим от движения качелей и маятника. Качели и маятник меняют направление движения, достигая наивысшей точки, а велосипедист преодолевает вершину препятствия (double), и, имея достаточный запас кинетической энергии, продолжает движение вниз по склону в заданном направлении.

На основе выше представленных промежуточных выводов и приведенных фактов, можно использовать аналитический метод математического моделирования, позволяющий получить нужные параметры для оценки изучаемой системы.

В частности, процесс увеличения скорости велосипеда и колебаний качелей проще рассматривать на примере математического маятника (Рисунок 1С) в аспекте закона сохранения

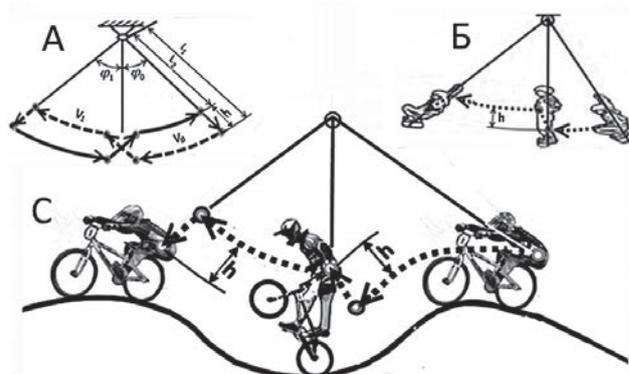


Рисунок 1 – Схематическое изображение динамических систем: математического маятника (А), качелей (Б) и велосипедиста на трассе (С)

механической энергии, вытекающего из второго закона Ньютона. Соответственно, все процессы движения маятника и качелей, которые ниже будут представлены физико-математическими формулами, в полной мере относятся и к велосипедистам BMX-racing и будут интерпретироваться с точки зрения перемещения велосипедиста по соответствующей поверхности трассы, так как характерные признаки двигательных актов этих систем схожи.

Свободные колебания в естественных земных условиях всегда затухают в результате действия сил трения и сопротивления воздуха [4, 5]. Чтобы колебания были незатухающими, их необходимо постоянно поддерживать. Незатухающими параметрическими колебаниями являются такие колебания, при которых меняются параметры колебательной систем [2]. Человек на качелях (Рисунок 1Б) и велосипедист на трассе (Рисунок 1С) периодически, в нужные моменты приседают и встают. Центр масс системы поднимается, когда велосипедист проходит через низшую точку, и опускается, когда достигает высшей точки (области максимального отклонения). При мгновенном перемещении центра тяжести получается идеализированная модель, представленная на рисунке 1А.

Длина нити маятника имеет два значения: L1 имеет большую величину и соответствует фазе движения вниз и L2 имеет меньшую величину и соответствует фазе подъема. Центр тяжести при этом описывает петлеобразную траекторию. Для простоты понимания и наглядности рассматриваемого процесса лучше всего рассуждения строить в энергетическом русле, что позволит легко установить закономерности возникновения колебаний и выяснить влияние демпфирования и трения.

Для упрощения расчетов будем считать, что изменение энергии системы будет иметь место лишь в тех точках, где центр тяжести мгновенно поднимается или опускается, поэтому, чтобы составить условие баланса энергии, необходимо проанализировать лишь эти процессы.

Когда под действием гравитационных сил велосипедист скатывается вниз по склону, то приобретает определенную скорость V_0 , рассчитать которую можно воспользовавшись законом Ньютона (о сохранении механической энергии) [9].

$$\frac{m v_0^2}{2} = mgl(1 - \cos\varphi_0) \quad (1)$$

Преобразовав исходную формулу в соответствующий вид, находим искомую физическую величину.

$$v_0 = \sqrt{2gl(1 - \cos\varphi_0)} \quad (2)$$

При прохождении нижней точки препятствия необходимо переместить центр тяжести на максимально возможную высоту h в кратчайшее время (мгновенно), соответственно возрастет скорость до некоторой величины V_1 . Найти искомую скорость можно с помощью закона сохранения момента импульса, выведенного из закона Ньютона.

$$mv_0l = mv_1(l - h) \quad (3)$$

Из которого следует:

$$v_1 = v_0 \frac{l}{l - h} \approx v_0(1 + \frac{h}{l}) \quad (4)$$

Идентичный результат получим, воспользовавшись вторым законом Ньютона на основе энергетического баланса:

$$F = \frac{mv_0^2}{l} + mg, \quad (5)$$

где первое слагаемое – центробежная сила, а второе слагаемое – сила тяжести, действующие на велосипедиста.

При перемещении центра тяжести вверх (выпрямляясь в нижней точке), велосипедист совершает работу против сил гравитации $\delta A \approx Fh$. Совершенная работа пополняет суммарный запас кинетической и потенциальной энергии.

$$Fh \approx \left(\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} \right) + mgh \quad (6)$$

Представленное уравнение позволяет рассчитать скорость, полученную в результате получения дополнительной энергии:

$$v_1 = v_0 \sqrt{1 + 2\frac{h}{l}} \approx v_0(1 + \frac{h}{l}) \quad (7)$$

Из представленных выше формул следует, что прирост дополнительной энергии в ходе двигательного действия «выпрямления» соответствует работе, совершенной по перемещению центра масс велосипедиста вверх. Поэтому, чем больше высота, на которую перемещен центр масс велосипедиста и скорость перемещения, тем больше энергии приобретает данный объект. Получаемой энергии путем «подкачки» достаточно для преодоления

демпфирования системы и существенного увеличения скорости велосипедиста.

На примере рассмотренного движения качелей видно, что их максимальное раскачивание достигается в том случае, когда частота изменения параметра, т.е. их длина, в два раза превышает собственную частоту колебаний системы – за один период нужно дважды присесть и дважды встать.

Явление параметрического резонанса, возникающего в обозначенных ранее системах и описанных физико-математическими формулами, по динамике двигательных действий идентичны, что позволяет использовать полученные данные применительно к гоночной дисциплине BMX-racing.

В начале становления любой спортивной дисциплины ее основные двигательные действия строятся на интуитивной основе, позволяя долгое время без должного научного обоснования решать поставленные спортивные задачи в конкретном виде спорта, руководствуясь чаще всего методом проб и ошибок. В данном случае дисциплина велоспорта BMX-racing не является исключением и, развиваясь, поэтапно проходит все стадии ее развития от интуитивных до вполне осмысленных, теоретически обоснованных и ювелирно выверенных отдельных движений и целостных двигательных актов, позволяющих гораздо успешней решать спортивные задачи.

Таким образом, велосипедисты, обладающие новыми знаниями о процессах, происходящих в ходе технического действия велоампинга, будут более отчетливо понимать суть таких двигательных действий как «подседание» и «выпрямление» и смогут осознанно, а, значит, гораздо успешней влиять на процесс увеличения дистанционной скорости и, соответственно, улучшать спортивный результат. При этом тренеры перестанут слепо копировать методики тренировок, заимствованные из других дисциплин велоспорта, руководствуясь лишь мощностным признаком схожести динамики двигательных действий. Согласно формулам (6)–(7), велосипедист получает приращение энергии, которой достаточно для существенного увеличения его скорости и компенсации потерь механической энергии на трение, сопротивление воздуха и т. д.

Из вышесказанного становится очевидным то обстоятельство, что количество полученной дополнительной энергии и увеличение скорости велосипедиста, во многом зависит от скорости его выпрямления в нижней точке и своевременного



подседания при прохождении вершины препятствия. Следовательно, для получения существенного прироста дополнительной энергии велосипедисту необходимо в момент выпрямления переместить центры масс вертикально вверх на максимально возможную высоту за минимальное время.

Выводы:

1. На основе вышеизложенного процессу «велоампинг» впервые в теории и методике велосипедного спорта дано физико-математическое обоснование в аспекте теоретической механики, что позволяет осознанно подходить к процессу технической подготовки велосипедистов в сложнокординатных видах спорта и повышать ее эффективность.

2. Раскрытие понимания смысла двигательных действий велосипедиста в аспекте теоретической механики вооружает новыми знаниями, которые позволят улучшить спортивный результат за счет увеличения дистанционной скорости велосипедистов дисциплины BMX-racing при отсутствии педалирования.

3. Исходя из теоретических выводов, представленных выше, можно с уверенностью утверждать, что увеличение дистанционной скорости зависит от следующих факторов:

А – от величины перемещения центра масс системы велосипедист-велосипед при выпрямлении и подседании;

Б – от скорости перемещения центра масс вверх в момент прохождения самой нижней точки вогнутой поверхности.

Литература

1. Ковылин, М. М. Классификация велосипедов в теории велосипедного спорта / М. М. Ковылин, В. И. Столярков, Ю. И. Недоцук // Теория и практика физ. культуры : тренер : журнал в журнале. – 2013. – № 6. – С. 80-82.
2. Ландау, Л. Д. Курс теоретической физики / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц // Механика. – Москва: Наука, 1973. – С. 103-109.
3. Лопес, Б. Мастерство езды на маунтинбайке / Брайн Лопес, Ли Макормак; пер. с англ. Павла Миронова; под ред. Ивана Смирнова. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2011.
4. Магнус, К. Колебания: введение в исследование колебательных систем / К. Магнус, 1982. – Москва: Мир. – 304 с.
5. Паршин, Д. А. Колебания: (Конспект лекций по общ. курсу физики) / Д. А. Паршин, Г. Г. Зегря. – Издательство «Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова РАН», 1999. – 420 с.
6. Понятие «велопампинг» в теории и методике велосипедного спорта / М. М. Ковылин [и др.] // Теория и практика физ. культуры. – 2016. – № 5. – С. 100-102.
7. Специальное тренажерное устройство «Тандем», интегративно-дифференцированно корректирующее в динамике технику кругового педалирования на основе реципрокных иннерваций / Ю. И. Недоцук [и др.] // Теория и практика физ. культуры. – 2016. – № 3. – С. 52-55.
8. Факторы, влияющие на оптимальный выбор траектории прохождения виражей в дисциплине BMX-racing / М. М. Ковылин [и др.] // Экстремальная деятельность человека. – 2016. – № 1. – С. 25-29.
9. Федорченко, А. М. Теоретическая механика / А. М. Федорченко. – 1975. – Киев: Высшая школа. – 516 с.

Literature

1. Kovylin, M. M. Classification of Bicycle theory Cycling / M. M. Kovylin, V. I. Stolyarov, YU.I. Nedocuk // Teoriya i praktika fiz. kul'tury : trener : zhurnal v zhurnale. – 2013. – № 6. – P. 80-82.
2. Landau, L. D. Theoretical Physics course / L. D. Landau, E. M. Lifshic. – Mekhanika. Moskva. Nauka. 1973. – P. 103-109.
3. Lopes, B. Skill drive on mountain bike / Brajn Lopes, Li Makormak; per. s angl. Pavla Mironova; pod red. Ivana Smirnova. – M.: Mann, Ivanov i Ferber 2011.
4. Magnus, K. Fluctuations: An Introduction to the study of oscillating systems / K. Magnus. 1982. Moskva. Mir. – 304 p.
5. Parshin, D. A. Fluctuations: (Lectures on Physics Society course) / D. A. Parshin, G. G. Zegrya. – Izdatel'stvo «Peterburgskij institut yadernoj fiziki im. B. P. Konstantinova RAN», 1999. – 420 p.
6. The term «velopamping» in the theory and methodology of cycling / M.M. Kovylin [i dr.] // Teoriya i praktika fiz. kul'tury. – 2016. – № 5. – P. 100-102.
7. Special training device «Tandem», integrative-differentiated correction in the dynamics of the circular pedaling technique based on reciprocal innervation / YU.I. Nedocuk [i dr.] // Teoriya i praktika fiz. kul'tury. – 2016. – № 3. – P. 52-55.
8. Factors affecting the choice of optimal trajectories cornering in the discipline of BMX-racing / M. M. Kovylin [i dr.] // EHkstrema'l'naya deyatel'nost' cheloveka. – 2016. – № 1. – P. 25-29.
9. Fedorchenko, A. M. Theoretical mechanics / A. M. Fedorchenko. – 1975. Kiev. Vysshaya shkola. – 516 p.

