

# К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕРЕНИИ ВОВЛЕКАЕМОЙ МАССЫ СПОРТСМЕНА, ПРОИЗВОДЯЩЕГО ОДНОВРЕМЕННОЕ ОТТАЛКИВАНИЕ ЛЫЖНЫМИ ПАЛКАМИ



## **БАТАЛОВ** **Алексей Григорьевич**

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва  
Заведующий кафедрой теории и методики лыжного и конькобежного спорта, фигурного катания на коньках, кандидат педагогических наук, профессор.  
Тел. 8 (495)-166-11-45

## **BATALOV Alexey**

Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism (GTSOLIFK), Moscow  
Head of the Department of Theory and Methodology of the Ski and Skating, Figure Skating, Ph.D., Professor  
Tel. 8 (495)-166-11-45

## **ГРУШИН**

### **Александр Алексеевич**

Олимпийский комитет России, Москва  
Руководитель Управления по научно-методическому обеспечению спортивной подготовки, заслуженный тренер СССР и России

## **GRUSHIN Alexander**

Olympic Committee of Russia, Moscow  
Head Office of Scientific and Methodological Support of Athletic Training,  
Honored Coach of the USSR and Russia

## **САВОХИН**

### **Валерий Тихонович**

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва  
Кафедра теории и методики лыжного и конькобежного спорта, фигурного катания на коньках, ведущий инженер  
Тел. 8 (499)-732-58-22

## **SAVOKHIN Valery**

Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism (GTSOLIFK), Moscow  
Department of Theory and Methodology of the Ski and Skating, Figure Skating, chief engineer  
Tel. 8 (499)-732-58-22

## **СОШНИКОВ**

### **Никита Николаевич**

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва  
Студент 3-го курса

## **SOSHNIKOV Nikita**

Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism (GTSOLIFK), Moscow  
Student of 3rd year

*Ключевые слова:* вовлекаемая масса, датчик ускорения, спектроанализатор, спектральный анализ, гармоническая составляющая, гармоника.

**Аннотация.** В статье впервые в спортивный лексикон вводится термин «вовлекаемая масса», рассматривается, при каких условиях она проявляется и как ее за- мерить.

## **ON THE MEASUREMENT OF INVOLVD MASS OF ATHLETE PRODUCING SIMULTANEOUS REPULSION BY SKI POLES**

*Keywords:* involves mass, acceleration sensor, spectrum analyzer, spectral analysis, harmonic component, harmonica.

**Abstract.** The authors introduced into the sports lexicon a new term «involving mass». They consider the conditions under which it occurs and how to measure it.

**Актуальность.** Вовлекаемая масса является одной из компонент двигательного действия спортсмена, влияющая на развиваемый им импульс силы. Спектральный анализ ускорения рук лыжника, производящего одновременное отталкивание лыжными палками о закольцованную ленту тренажера, показал совсем не однозначную ее величину [2]. Особенно, этот факт выявляется при включении в двигательное действие тела спортсмена, в результате чего скорость движения ленты увеличивалась, несмотря на поддержание ускорения рук на прежнем уровне. Такой эффект может возникнуть только при вовлечении в двигательное действие, помимо рук, еще и какой-то части массы тела спортсмена. В связи с чем, и возникает вопрос ее измерения.

**Цель исследования.** Экспериментальным путем на лыжном тренажере показать эффект роста скорости передвижения ленты тренажера за счет вовлечения в двигательное действие, помимо рук, еще и части массы тела спортсмена при отталкивании им лыжными палками. Принимая двигательное действие спортсмена как результат абсолютно упругого взаимодействия двух объектов – лыжных палок и армированной ленты тренажера, и с учетом закона сохранения импульса силы, вывести формулу расчета вовлекаемой массы на каждой гармонике спектра колебания масс.

**Организация исследования.** На рис. 1 приведено устройство тренажера, на котором можно наблюдать эффект вовлечения части массы тела спортсмена через увеличение скорости движения закольцованной ленты при одновременном отталкивании лыжными палками бесшажным ходом.

Тренажер представляет собой прямоугольную раму, на коротких сторонах которой, параллельно друг другу, установлены неподвижные валы (1). На концах этих валов, при помощи подшипников качения, насажены стальные бобины (2) цилиндрической формы. На каждую пару бобин, вдоль длинных сторон рамы, натянуты армированные резиновые ленты (3) такой ширины, которые позволяли бы закрыть всю поверхность бобин. В центральной

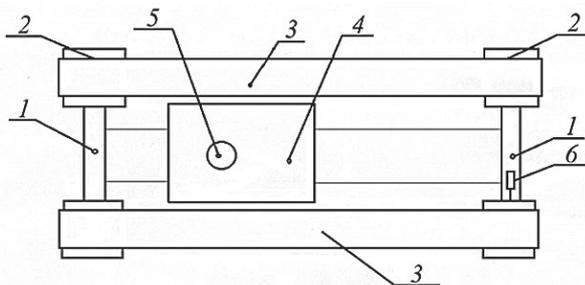


Рис. 1. Схема тренажера

части конструкции, ближе к одному из валов, приварена из стального листа площадка (4) для спортсмена (5), который, отталкиваясь лыжными палками от ленты, приводит ее в круговое движение. Скорость движения ленты замеряется спидометром (6). На запястье одной из рук спортсмена устанавливается датчик ускорения, подключенный к входу спектроанализатора, помещенного в поясную сумку спортсмена [1]. К выходу спектроанализатора двужильным проводом, длина которого может достигать до 15 м, подключен вольтметр в качестве индикатора ускорений.

Эффект вовлечения дополнительной массы тела спортсмена проявляется повышением скорости движения ленты тренажера. При этом, разумеется, ускорение рук для обоих случаев должно быть примерно одной величины. Взаимодействие лыжных палок с лентой тренажера можно рассматривать как абсолютно упругий удар с центральным соударением. Для этого случая закон сохранения импульса силы представляет собой вид скалярного уравнения [3].

$$mv_1 + Mv_2 = (m+M)V \quad (1), \text{ где}$$

$m$  – суммарная масса;

$M$  – добавочная калиброванная масса;

$v_1 + v_2$  – скорости первого и второго объектов;

$V$  – результирующая скорость.

Выразим  $m$  через ускорение:

$$m = \frac{M(V - v_2)}{v_1 - V} = \frac{M \frac{1}{w_n} (a_2 - a_3)}{1/w_n (a_1 - a_2)} = \frac{M(a_2 - a_3)}{a_1 - a_2} \quad (2), \text{ где}$$

$a_1$  и  $a_2$  – ускорения, развиваемые источниками приложения импульса силы соответственно массами  $m$  и  $m+M$ ;

$a_3$  – ускорение, развиваемое подвижным элементом (в лыжных гонках – это сами лыжи).

При измерении спектрального состава массы  $m$  формула (2) запишется так:

$$m_n = \frac{M(a_{2n} - a_{3n})}{a_{1n} - a_{2n}} \quad (3)$$

Для тренажера, где  $a_{3n} = 0$ , формула (3) упрощается:

$$m_n = \frac{Ma_{2n}}{a_{1n} - a_{2n}} \quad (4)$$

Таким образом, чтобы измерить спектральный состав вовлекаемых масс на каждой гармонике, надо измерить на каждой из них ускорение  $a_{1n}$  – без какой-либо добавочной массы и  $a_{2n}$  – с добавочной калиброванной массой  $M$ , навешиваемой в виде манжеты на запястье руки с установленным

Таблица 1

Результаты спектрального анализа  $t_n$ 

(1,83-2,0) $f$ [Гц]		(2,83-3,0) $f$ [Гц]		(3,33-3,5) $f$ [Гц]		(3,83-4,0) $f$ [Гц]		(4,33-4,5) $f$ [Гц]		(5,83-6,0) $f$ [Гц]		(9,83-10,0) $f$ [Гц]	
(0,55-0,5) сек.		(0,35-0,33) сек.		(0,3-0,29) сек.		(0,26-0,25) сек.		(0,23-0,22) сек.		0,17 сек.		0,1 сек.	
б/г	с/г	б/г	с/г										
90	76	80	72	89	75	125	75	110	80	120	90	70	50
мв		мв		мв		мв		мв		мв		мв	
m = 5,4 кг		m = 9,0 кг		m = 5,3 кг		m = 1,5 кг		m = 2,7 кг		m = 3,0 кг		m = 2,5 кг	

Примечание: б/г – без груза; с/г – с грузом.

там датчиком ускорения. При этом ускорение  $a_{1n}$  в обоих случаях надо поддерживать на одном уровне. Установка полосы пропускаемых частот в спектроанализаторе каждый раз осуществлялась сменными RC-фильтрами. В таблице 1 приведены полученные значения  $t_n$  одного из протестированных спортсменов.

На рис. 2 приведено графическое отображение полученного спектра, из которого видно, что при данной технике отталкивания дополнительно вносимая масса тела спортсмена (зачерненная на графике) присутствовала в частотном диапазоне от 1,83 герц до 3,5 герц, а дальше, на более высоких частотах, отталкивание происходило исключительно за счет мышц рук.

**Обсуждение результатов исследования.**

Поставленные цели исследования выполнены полностью. Измерительный комплекс лыжного тренажера неизменно фиксирует увеличение скорости движения закольцованной ленты при синхронной работе туловища и рук спортсмена. Полученная теоретическим путем формула расчета вовлеченной в двигательное действие части массы тела спортсмена также подтверждается на практике. Экспериментальные данные по дополнительно

вовлекаемой, помимо рук, части массы тела спортсмена показали их значительный вклад в развиваемый импульс силы. Так, во временном интервале 0,5–0,55 секунд сила отталкивания с учетом дополнительно вносимой массы при развиваемом ускорении руки в 1,6 g составила:

$$F_1 = (5,4 + 5,4) * 1,6g = 17,28 \text{ кгс}$$

При отталкивании одними руками, без дополнительно вносимой массы, этот показатель был бы равен:

$$F_2 = (3,7 + 3,7) * 1,6g = 11,84 \text{ кгс}$$

Во временном интервале 0,33–0,35 секунд с учетом вносимой массы сила отталкивания составила 28,8 кг, а без вносимой массы она была бы равна 16,96 кгс. При данной технике отталкивания средняя скорость движения ленты увеличивалась с 9 км/час до 9,8–10,2 км/час. Полученные теоретические и экспериментальные данные должны подтолкнуть к более быстрому внедрению спектроанализатора в тренировочный и учебный процессы большого круга спортивных дисциплин.

**Выводы.** Измерить без спектроанализатора спектральный состав ускорений и вносимых масс тренер не может. Поэтому, на повестке дня стоит вопрос оснащения этими приборами спортивных кафедр университета с обязательным вводом практических занятий с использованием спектроанализатора. Будущие высокообразованные тренеры и работники спортивной науки должны представлять себе что такое спектральный анализ импульса силы и для чего он нужен.

**Литература**

1. Патент РФ 2458723 С1.
2. Радзишевский А.Ю. Основы аналогового и цифрового звука / А.Ю. Радзишевский. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006 – 288 стр.: ил.
3. Яворский Б.М. Физика: для школьников старших классов и поступающих в ВУЗы; учебное пособие – 2 изд. / Б.М. Яворский, А.А. Деглаф. – М.: Дрофа, 1999. – С. 410-411.

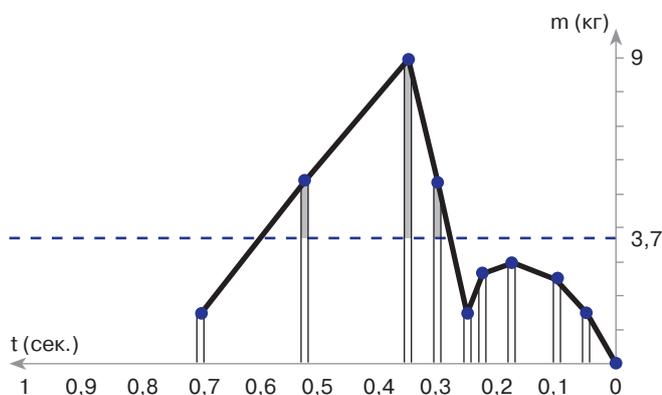


Рис. 2. Графическое изображение спектра колебания вовлекаемых масс