

Ворон А.В.

Белорусский государственный университет физической культуры
Республика Беларусь, Минск

ИНВАРИАНТНЫЕ ОТНОШЕНИЯ ВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ ДВИЖЕНИЙ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА ПРИ БЕГЕ

Voron A.V.

Belarusian State University of Physical Culture
Republic of Belarus, Minsk

INVARIANT RELATIONS IN THE TEMPORAL STRUCTURE OF LIMB MOVEMENTS OF A RUNNING PERSON

ABSTRACT. Data of time parameters of movements of athletes' extremities in a running cycle are presented. Invariant relations of the time structure of the studied movements are shown on the basis of the Golden Ratio constant. Interpretation of the obtained results from the position of the Golden Section phenomenon is given.

KEYWORDS: Golden Ratio; invariant relations; temporal structure; limbs movements; running parameters.

АННОТАЦИЯ. Приводятся данные временных параметров движений конечностей спортсменов в беговом цикле. На основании константы «золотой» пропорции показаны инвариантные отношения временной структуры исследуемых движений. Приводится интерпретация полученных результатов с позиции феномена «золотого» сечения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: золотая пропорция; инвариантные отношения; временная структура; движения конечностей; параметры бега.

Первое упоминание о пропорции, названной впоследствии «золотой», можно отнести ко времени написания произведения «Тимей» Платоном (около 360 года до н. э.) [1]. Мера «золотой» пропорции является структурным инвариантом систем живой и неживой природы [2]. С позиции современной парадигмы естествознания мера «золотой» пропорции рассматривается как феномен, проявляющийся как в физико-химической «неживой» природе (кристаллах), так и в «живой» природе (филлотаксис растений, функционирование сердечно-сосудистой системы, строение тела человека) [3]. В этой связи нами сделано предположение: беговой цикл «двойной шаг» – объект структурной гармонии, структурные связи которого характеризует отношение «золотой» пропорции.

Объектом исследования являются локомоции человека, а предметом – временная структура движений конечностей человека при беге.

В исследовании применялась инструментальная методика – скоростная видеосъемка. Использовались фотокамеры «Casio EX-F1» и «Canon PowerShot SX510 HS». Скорость видеосъемки – 300 и 240 кадров в секунду. Точность измерений – от 1/240 секунды (0,04166...с) до 1/300 секунды (0,03333...с). Разрешение видеокадров при съемке на камеру Casio EX-F1 – 512×384 пикселей (по горизонтали и вертикали), а при съемке на камеру Canon PowerShot SX510 HS – 320×240 пикселей.

В исследовании принимали участие 10 бегунов на средние и длинные дистанции различной квалификации (3 спортсмена, имеющих квалификацию I разряда, 3 кандидата в мастера спорта, 3 мастера спорта, 1 мастер спорта международного класса). Расчет длительности исследуемых движений двойного шага бега проведен посредством программы «VirtualDub» на основании подсчета фактического количества кадров видеофайла. По материалам видеосъемки рассчитаны временные параметры движений конечностей спортсменов-бегунов различной квалификации (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Временные параметры движений плеч и предплечий спортсменов-бегунов различной квалификации в беговом цикле «двойной шаг»

№ п/п, 100 %, с	Движение конечности в цикле «двойной шаг» (100 %)									
	плечо (100 %)					предплечье (100 %)				
	сгибание		разгибание		сгибание		разгибание		фиксация	
	с	%	с	%	с	%	с	%	с	%
1. 0,55833	0,275	49,254	0,2833	50,746	0,10833	19,403	0,1083	19,403	0,3417	61,194
2. 0,49167	0,2458	50	0,2458	50	0,075	15,254	0,075	15,254	0,3417	69,492
3. 0,56667	0,2867	50,589	0,28	49,411	0,11	19,412	0,11	19,412	0,3467	61,176
4. 0,64	0,32	50	0,32	50	0,11	17,187	0,11	17,187	0,42	65,625
5. 0,60667	0,3067	50,549	0,3	49,051	0,11	18,132	0,11	18,132	0,3867	63,736
6. 0,66667	0,33	49,5	0,3366	50,5	0,13333	20	0,1333	20	0,4	60
7. 0,64167	0,3208	50	0,3208	50	0,10833	16,883	0,10833	16,883	0,425	66,234
8. 0,54167	0,2708	50	0,2708	50	0,10417	19,231	0,1042	19,231	0,3333	61,538
9. 0,65833	0,3333	50,633	0,325	49,367	0,125	18,987	0,125	18,987	0,4083	62,026
10. 0,66667	0,3333	50	0,3333	50	0,1375	20,625	0,1375	20,625	0,3917	58,75
$X_{cp.}$	0,30225	50,0525	0,3016	49,907	0,11217	18,511	0,1122	18,512	0,3795	62,977
$\pm\sigma$	0,0308	0,45067	0,03046	0,5131	0,01747	1,6395	0,0175	1,6395	0,0353	3,279

Таблица 2 – Временные параметры движений бедер и голени спортсменов-бегунов различной квалификации в беговом цикле «двойной шаг»

№ п/п, 100 %, с	Движение конечности в цикле «двойной шаг» (100 %)									
	бедро (100 %)					голень (100 %)				
	сгибание		разгибание		сгибание		разгибание		фиксация	
	с	%	с	%	с	%	с	%	с	%
1. 0,55833	0,275	49,254	0,2833	50,746	0,175	31,343	0,1708	30,597	0,2125	38,06
2. 0,49167	0,25	50,847	0,2417	49,153	0,15	30,508	0,15	30,508	0,1917	38,984
3. 0,56667	0,28	49,411	0,2867	50,589	0,1733	30,588	0,1733	30,588	0,22	38,824
4. 0,64	0,32	50	0,32	50	0,20333	31,771	0,2033	31,771	0,2333	36,458
5. 0,60667	0,3	49,051	0,3067	50,549	0,18667	30,769	0,1867	30,769	0,2333	38,462
6. 0,66667	0,3366	50,5	0,33	49,5	0,20668	31,003	0,2067	31,003	0,2533	37,994
7. 0,64167	0,3208	50	0,3208	50	0,1875	29,221	0,1896	29,545	0,2646	41,234
8. 0,54167	0,2708	50	0,2708	50	0,175	32,3075	0,175	32,307	0,1917	35,385
9. 0,65833	0,325	49,367	0,3333	50,633	0,19583	29,746	0,2	30,38	0,2625	39,874
10. 0,66667	0,3333	50	0,3333	50	0,2	30	0,2	30	0,2667	40
$X_{cp.}$	0,3012	49,843	0,3026	50,117	0,18533	30,725	0,1855	30,747	0,2329	38,527
$\pm\sigma$	0,0303	0,5701	0,031	0,5202	0,01738	0,9352	0,0180	0,8022	0,0287	1,7084

По результатам расчетов движений конечностей бегунов в цикле «двойной шаг» (таблицы 1, 2) выявлены следующие инвариантные отношения (несмотря на некоторые различия значений процентного отношения табличных данных от заявленных далее значений по тексту в связи с малыми их различиями – менее 5 %):

– равное время затрачивается на выполнение движений сгибания-разгибания плеч и бедер (по 50 % всего времени цикла);

– время фиксации предплечий рук, сгибание и разгибание голени (61,8 % всего времени цикла) соотносится ко времени сгибания-разгибания предплечий рук и фиксации голени ног (38,2 % всего времени цикла) в пропорции 1,618....

На основании временных параметров движений спортсменов-бегунов различной квалификации в беговом цикле «двойной шаг», нами была создана подограмма временной структуры движений (рисунок 1). В подограмме отражены выявленные соотношения затрачиваемого времени на отдельные движения в цикле «двойной шаг» бега.

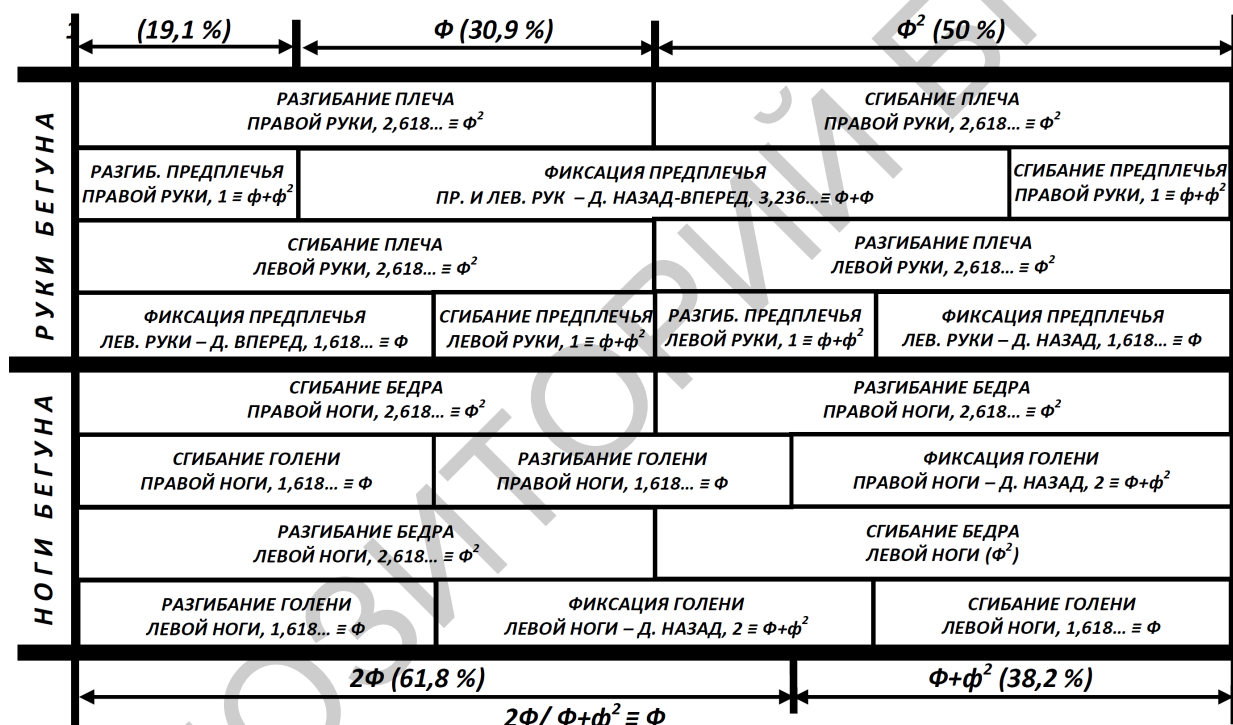


Рисунок 1 – Подограмма временной структуры движений двойного шага в беге, где « Φ » и « ϕ » – константы «золотой» пропорции (1,61803... и 0,61803...)

Для теоретического анализа полученных данных нами условно определен и рассматривается цикл «двойной шаг» как объект-система (рисунок 2), содержащий отдельные подсистемы-движения: подсистема № 1 – «сгибание-разгибание предплечий рук», подсистема № 2 – «сгибание-разгибание голени ног», подсистема № 3 – «фиксация голени ног», подсистема № 4 – «разгибание и сгибание плеча, бедра», подсистема № 5 – «фиксация предплечий рук». Каждая из подсистем получила свою размерность по отношению к самой малой из них структурной «единице» – подсистеме № 1. Таким образом получены: подсистема № 1 – тождественна единице или сумме констант $\phi + \Phi$ (19,1 % всего времени цикла), подсистема № 2 – тождественна числу 1,618... или константе Φ (30,09 % всего времени цикла), подсистема № 3 – тожде-

ственно числу 2 или сумме констант $\Phi+\phi^2$ (38,2 % всего времени цикла), подсистема № 4 – тождественна числу 2,618... или константе Φ^2 (50 % всего времени цикла), подсистема № 5 – тождественна числу 3,236... или сумме констант $\Phi+\Phi$ (61,8 % всего времени). Объект-система «двойной шаг бега», таким образом, – тождественна числу 5,236... или сумме констант $\Phi^2+\Phi^2$ (100 % всего времени).

ОБЪЕКТ-СИСТЕМА – «ДВОЙНОЙ ШАГ БЕГА», 5,236...$\equiv \Phi^2+\Phi^2$ (100 %)		
ПОДСИСТЕМА №4. – «РАЗГИБАНИЕ И СГИБАНИЕ ПЛЕЧА, БЕДРА», 2,618...$\equiv \Phi^2$ (50 %)	П-МА №2. –«РАЗГ. И СГИБ. ГОЛ. НОГ», 1,618...$\equiv \Phi$ (30,09 %)	П-МА №1., 1$\equiv \phi+\phi^2$ (19,1 %)
ПОДСИСТЕМА №3. – «ФИКСАЦИЯ ГОЛЕНЕЙ НОГ», 2$\equiv \Phi+\phi^2$ (38,2 %)	ПОДСИСТЕМА №5. – «ФИКСАЦИЯ ПРЕДПЛЕЧЬЯ ПР. И ЛЕВ. РУК», 3,236...$\equiv \Phi+\Phi$ (61,8 %)	

Рисунок 2 – Блок-схема временных параметров движений спортсменов в цикле «двойной шаг» бега как отношений объекта-системы к объектам-подсистемам

Среди подсистем можно выделить следующие отношения: объект-система соотносится к подсистеме № 5 в отношении «золотой» пропорции, подсистема № 5 соотносится к подсистеме № 3 в отношении «золотой» пропорции, подсистема № 3 соотносится к подсистеме № 1 в отношении «золотой» пропорции, подсистема № 5 соотносится к удвоенному значению подсистемы № 1 в отношении «золотой» пропорции и тождественна удвоенному значению подсистемы № 2, сумма значений подсистем № 2 и № 1 тождественна значению подсистемы № 4, удвоенная сумма значений подсистемы № 4 тождественна значению объекта-системы, удвоенное значение подсистем № 2 и № 1 тождественно объекту-системе, сумма значений подсистем № 3 и № 5 тождественна объекту-системе.

Золотая пропорция – феномен, единственная в своем роде, где для сравнения двух объектов (подсистем) не требуется третий объект, а содержит требуемую меру в первых двух. Следуя методологическому принципу «брита Оккама», можно заключить, что из всех возможных мер для сравнения должна быть избрана именно пропорция «золотого» сечения. Именно в таком случае, в природных объектах-системах, параметры системы или подсистем могут быть оптимальным образом сравнимы. Таким образом, мера «золотой» пропорции – универсальная качественная и количественная характеристика объекта-системы, отражающая его меру целостности, дифференцированности и подобия частей целому.

1. Платон. Тимей: собр. соч. в 4 т. / Платон. – М.: Мысль, 1994. – Т. 3. – 654 с.
2. Сороко, Э. М. Структурная гармония систем / Э. М. Сороко. – Минск: Наука и техника, 1984. – 264 с.
3. Цветков, В. Д. Золотая гармония и сердце / В. Д. Цветков. – Пущино: Фотон-век, 2008. – 204 с.