

# НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОПОРЦИИ «ЗОЛОТОГО СЕЧЕНИЯ»

## в физической культуре и спорте



**Юшкевич Т.П.**

д-р пед. наук,  
профессор,  
Заслуженный тренер  
Республики Беларусь,  
Белорусский  
государственный  
университет  
физической культуры



**Ворон А.В.**

канд. пед. наук, доцент,  
Белорусский  
государственный  
университет  
физической культуры

В статье в общих чертах дано понятие о «золотом сечении» и использовании вытекающих из него закономерностей в практике спортивной деятельности. Приведены примеры проявления «золотой» пропорции в силовых показателях различных групп мышц у бегунов на короткие дистанции, при исследовании техники спортивной ходьбы и бега, при анализе объемов тренировочных средств у спортсменов высокой квалификации.

**Ключевые слова:** золотое сечение; физическая культура и спорт; числа Фибоначчи; золотая пропорция; структура движений двойного шага.

### SOME ASPECTS OF THE USE OF THE GOLDEN RATIO PROPORTION IN PHYSICAL CULTURE AND SPORTS

The article in general terms gives the concept of “golden ratio” and presents an attempt to use the patterns arising from it in the practice of sports activities. Examples of the “golden” proportion manifestation in the strength indicators of various muscle groups in short distance runners, while studying the technique of sports walking and running, and in the analysis of the training means volumes used in the practice of highly qualified athletes are given.

**Keywords:** golden ratio; physical culture and sport; Fibonacci numbers; golden proportion; double step movement structure.

#### Введение

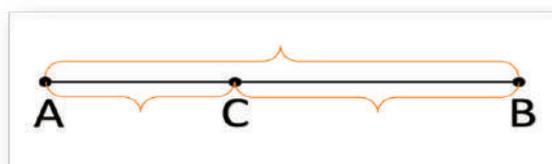
Современный уровень спортивных достижений в легкой атлетике и в других видах спорта очень высок и дальнейшее улучшение результатов связано со все возрастающими трудностями. Поиски резервов для повышения эффективности тренировочного процесса с целью улучшения результатов ведутся по многим направлениям. В этом плане представляет интерес использование закона «золотого сечения», имеющего всеобщее значение. Закономерности «золотой» пропорции наблюдаются в архитектуре египетских пирамид, в строении животных и человека [1, 2].

К сожалению, использование этой закономерности в спорте пока не было предметом серьезных научных исследований, хотя отдельные попытки были [3].

Для достижения гармонии во многих областях человеческой деятельности использовались различные числовые соотношения. Но из многих пропорций, используемых человеком, наибольший интерес представляет «золотая» пропорция или «золотое сечение», обладающее уникальными свойствами.

Так что же такое «золотое сечение»? Это такое пропорциональное соотношение неравных частей,

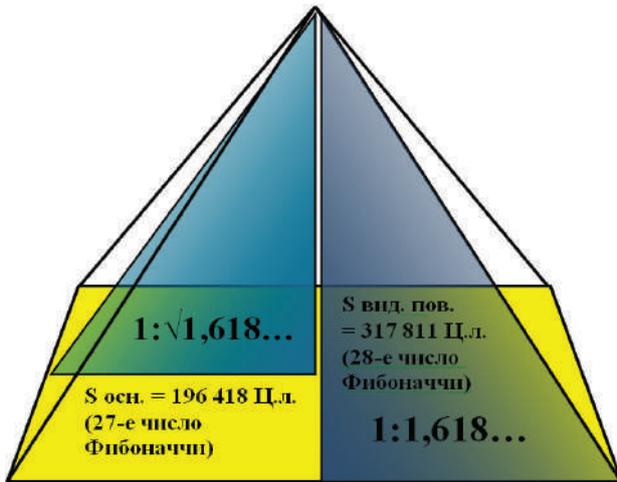
при котором меньший отрезок так относится к большему, как больший ко всему (рисунок 1).



**Рисунок 1. – Пропорциональное деление отрезка в отношении «золотого сечения», где  $CB/AC=AB/CB$**

Первооткрывателем «золотой» пропорции считается древнегреческий философ и математик Пифагор. Великий итальянский ученый, художник, изобретатель, живший в эпоху Возрождения, Леонардо да Винчи называл «золотую» пропорцию «Sectio aurea» и впервые показал, что в основе строения головы человека заложен принцип «золотого сечения» [4].

Существуют научные данные о том, что в архитектуре древнего Египта, в частности, в геометрии пирамиды Хеопса и его помещения «Камера Царя», присутствуют соотношения и числовые меры длины, равные мере «золотой» пропорции (рисунки 2, 3) [1].



**Рисунок 2.** – Схематичное изображение геометрии пирамиды Хеопса посредством двух прямоугольных треугольников с указанием соотношений их катетов, где 1,618... – значение «золотого сечения»; 196418 и 317811 – значение 27-го и 28-го числа Фибоначчи. Площадь основания пирамиды и ее внешней поверхности выражена в древнеегипетской единице длины «царский локоть» (0,5236 метра = 1/5 от 2,618...)

Откуда появилось это соотношение чисел? Средневековый математик Леонардо Пизанский (известный как Фибоначчи) предложил следующую последовательность чисел: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610 и т. д., в которой первые два числа

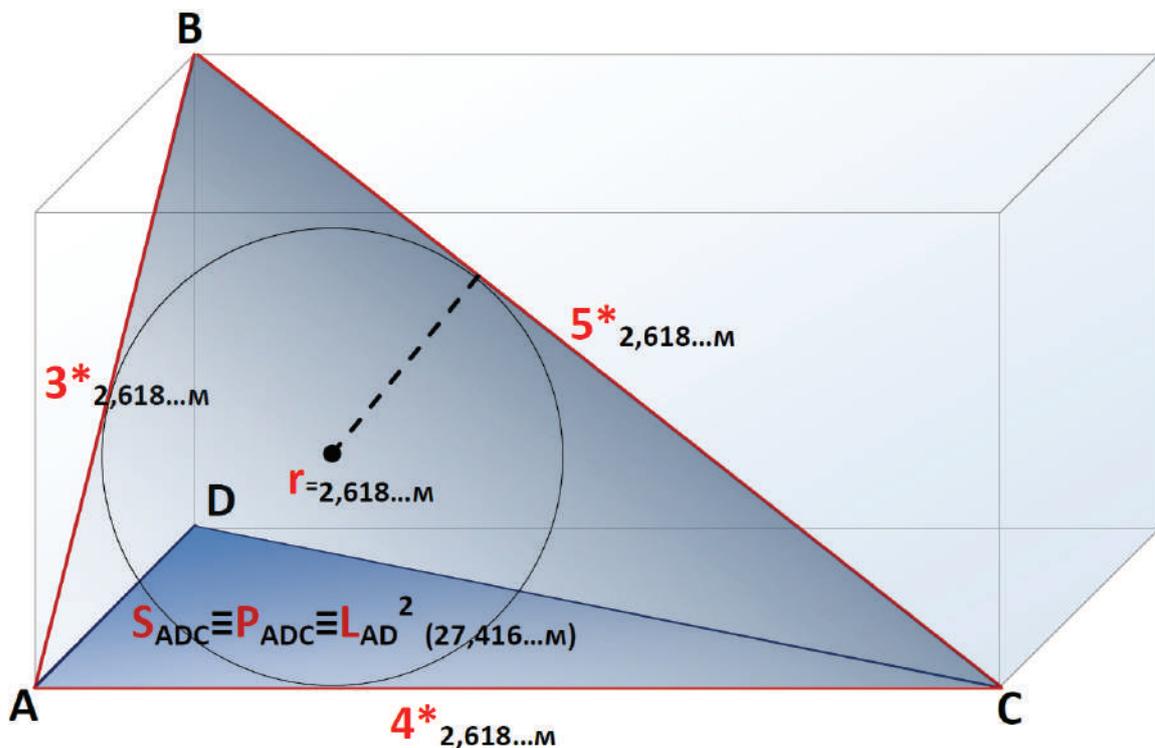
равны 1, а каждое последующее число равно сумме двух предыдущих чисел.

Анализируя закономерности ряда чисел Фибоначчи, следует отметить, что если какую-либо цифру из этого ряда разделить на предшествующую (например, 13:8), то в результате получим 1,618033..., т. е. величину, близкую к некоторому иррациональному числовому значению. Это соотношение (1,618...) средневековый математик Лука Пачоли назвал «божественной пропорцией», в настоящее время больше известной как «золотое сечение».

Ряд чисел Фибоначчи и получаемая из него «золотая» пропорция прослеживается в растительном и животном мире, в том числе и в человеке [4]. Изучение данной пропорции показывает, что она является величиной иррациональной, т. е. несоизмеримой, ее нельзя представить в виде отношений двух целых чисел. Ее можно вычислить по формуле:

$$3C = (\sqrt{5} + 1) / 2 = 1,618033988749895... \quad (1)$$

Эта пропорция указывает на некий математический предел гармонии природы, который приводит противоположности к единству [4]. Исходя из этого, если целое принять за единицу, то большая его часть (округляя) будет равна 0,618, а меньшая – 0,382. Такие же числа получаются при делении большей и меньшей части на целое. Квадрат числа 0,618 при округлении равняется 0,382, а квадрат 1,618 = 1,618+1. Их называют золотыми числами. Некоторые авторы считают, что в этой про-



**Рисунок 3.** – Схематичные изображения «золотых» пропорциональных соотношений в геометрии помещения пирамиды Хеопса «Камера Царя», где 2,618... – квадрат значения «золотого сечения» (1,618...<sup>2</sup>), меньшее из ребер (AD) = 2\*2,618... (5,236.. м), высота фигуры (DB) = √5\*2,618... (5,854...м)

порции скрыта одна из тайн природы, которую еще предстоит открыть [1].

#### ■ Основная часть

Оказалось, что закономерности чисел Фибоначчи наблюдаются в природе (расположение листьев у растений, строение сосновых шишек, лепестков цветов и др.) и в строении человека [4].

Изучение строения человека как разновидности природной гармонии показало, что в основе его структуры и многих функций заложена «золотая» пропорция. Так, например, длины фаланг пальцев соотносятся примерно так, как числа Фибоначчи [4].

Исследования ритма работы сердца выявили, что между показателями систолического и диастолического артериального давления, как в условиях относительного покоя, так и при физической нагрузке наблюдалась пропорция, близкая к «золотому сечению». Такая же закономерность наблюдалась и при исследовании дыхательной системы – соотношение резервных объемов выдоха и вдоха по своим значениям приближается к числовому ряду Фибоначчи [5].

Исследуя адаптационные возможности организма при различных функциональных состояниях, В.Р. Горст [5] показал, что в покое и на уровне предельно допустимых физических нагрузок закономерно проявляются «золотые» пропорции соотношений продолжительности интервалов электрокардиограммы, показателей артериального давления и резервных объемов дыхания.

Ранее нами были проведены масштабные исследования по совершенствованию многолетней тренировки спортсменов в скоростно-силовых видах спорта циклического характера [6]. Собран большой материал по силовой подготовке спортсменов, выявлены определенные закономерности, тенденции динамики силовых показателей в процессе повышения спортивного мастерства спортсменов. А сейчас, исходя из тематики данной статьи, мы решили проанализировать полученные нами ранее материалы в аспекте поиска «золотой» пропорции. И такие поиски увенчались успехом, хотя и не абсолютным.

Так, например, выявлено, что соотношение между силовыми показателями мышц – сгибателей бедра и сгибателей голени у новичков составляет 1,77, у спортсменов 3-го разряда – 1,78, у спортсменов 2-го разряда – 1,81, 1-го разряда – 1,71, у кандидатов в мастера спорта и мастеров спорта – 1,77, т. е. эти величины близки к «золотой» пропорции – 1,618.

Соотношения между показателями силы разгибателей бедра к разгибателям голени у новичков равно 1,79, у спортсменов 3-го разряда – 1,92, у спортсменов 2-го разряда – 1,82, 1-го разряда – 1,94, у мастеров спорта – 1,77. Это величины также очень близкие к «золотому сечению». Еще ближе этот показатель у детей 12 лет – 1,63. А ведь у детей в этом возрасте наблюдается самая высокая частота движений в беге, что является определяющим фактором для спринтеров высокой квалификации [6].

Отталкивание спортсмена от дорожки во время бега и прыжков происходит благодаря мощной согласованной работе мышц – разгибателей бедра, разгибателей голени и разгибателей (подошвенных сгибателей) стопы. Так вот, показатели соотношения между силой разгибателей стопы и силой разгибателей бедра у бегунов на короткие дистанции 3-го разряда близки к «золотому сечению» и равны – 1,65, у спринтеров 2-го разряда – 1,61, 1-го разряда – 1,70.

Близкими к «золотому сечению» оказываются показатели соотношения между силой разгибателей стопы к разгибателям голени: у спортсменов 3-го разряда – 1,79, 2-го разряда – 1,77, 1-го разряда – 1,61.

Если сложить все показатели силы измеряемых нами групп мышц у спринтеров высокой квалификации (мастеров спорта) и сопоставить сумму этих показателей с аналогичной суммой, полученной при исследовании спортсменов-новичков, начинающих заниматься легкой атлетикой, то получим цифру 1,70, близкую к значению «золотого сечения».

Однако следует отметить, что отдельные примеры выявленных нами показателей, близких к «золотому сечению», пока не дают возможности предложить инновационную структуру силовой подготовленности спортсменов, в частности бегунов на короткие дистанции, так как по другим анализируемым параметрам таких пропорций не наблюдается.

Примеры «золотой» пропорции были обнаружены при исследовании техники спортивной ходьбы: у спортсменов разной квалификации было отмечено, что фаза передней опоры по времени протекает короче, чем фаза отталкивания. У мастеров спорта при скорости ходьбы 3,99 м/с фаза передней опоры составляет 0,119 с, фаза отталкивания – 0,193 с [7] и соотношение между ними составляет 1,62, т. е. «золотая» пропорция.

Анализ тренировочного процесса спортсменов высокой квалификации также позволяет обнаружить примеры «золотой» пропорции: в 1977 году у известного белорусского легкоатлета, мастера спорта международного класса по спортивной ходьбе Е. Ивченко в период подготовки к Олимпийским играм в Москве общий объем циклической нагрузки (бег, ходьба, лыжи) составлял 7145 км, в том числе спортивной ходьбы – 4390 км [7], а соотношение между ними составляет 1,62, т. е. «золотая» пропорция. Использование такой структуры тренировочных средств позволило Е. Ивченко завоевать в 1980 году олимпийскую бронзовую медаль в спортивной ходьбе на 50 км.

Наличие «золотой пропорции» как параметра определенного оптимума при построении разных систем подтверждают результаты исследований локомоций человека [8, 9] и исследования сердечно-сосудистой системы человека [5, 10]. Было показано, что оптимальность соотношения противоположностей (например, систола – диастола в работе сердца) обеспечивается уникальными математическими свойствами пропорции «золотого сечения» и чисел



**Рисунок 4. – Подограмма временной структуры в цикле движений «двойной шаг» у бегунов на средние дистанции, где «Ф» и «ф» – соотношение «золотого сечения» (Ф=1,61803... и ф=0,61803...)**

ряда Фибоначчи [5, 10]. «Золотая» гармония противоположностей выступает как своего рода «знак качества», маркер здоровья сердечно-сосудистой системы [5, 10, 11, 12]. В исследовании А.В. Ворона [9] по определению длительности отдельных фаз движений конечностей в цикле «двойной шаг» у квалифицированных бегунов на средние дистанции выявлены инвариантные отношения выделенных автором противоположностей (рисунок 4).

В исследовании В.А. Попеки [13], на основе использования оригинальной формулы «Интегральный коэффициент техничности бега» (ИКТБ) (2) показано, что получаемые таким способом цифровые значения коэффициентов техничности бега имеют корреляцию со значениями спортивного результата у женщин в беге на 1500 метров ( $r = -0,748$ ).

$$ИКТБ = \frac{t \text{ опоры}}{t \text{ полета}} + \frac{f \text{ ч-та б. шагов}}{V \text{ бега}} + \Delta\Phi \quad (2)$$

где  $f$  – частота беговых шагов,  $V$  – скорость бега,  $\Delta\Phi$  – отклонение от значения «золотого сечения» в беговом шаге (от 1,618 ... вычсть значение соотношения (время движения «сгибание-разгибание голени» ко времени ее фиксированного положения)). Интегральный коэффициент техничности бега стремится к наименьшему числовому значению.

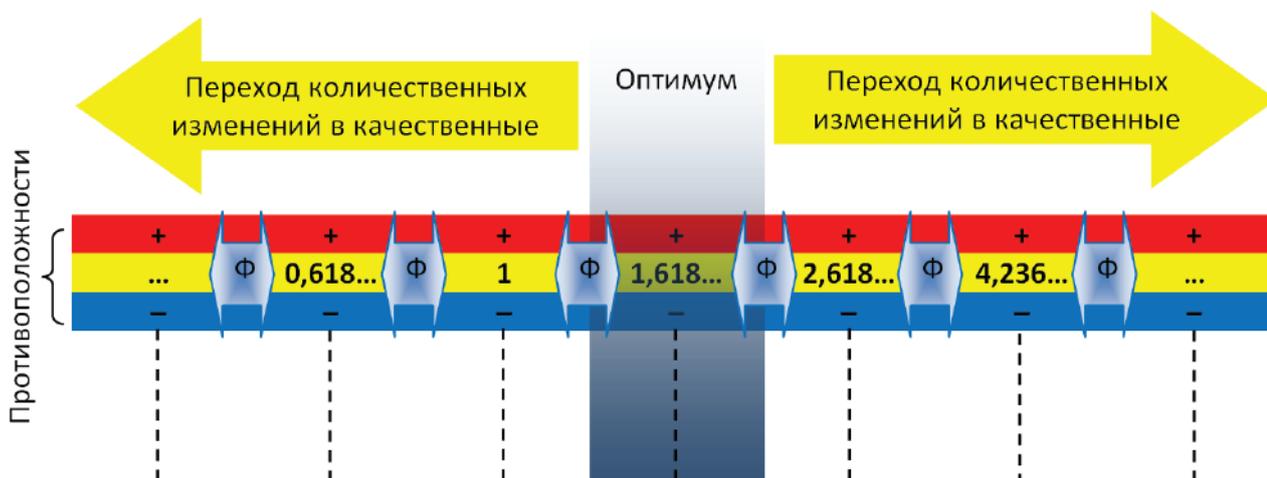
Некоторые авторы [14] считают, что наиболее эффективные показатели коэффициента активности бега (математическое соотношение значений длительности полетного периода в беговом шаге к его опорному периоду) находятся в диапазоне от 1 до 1,1. В то же время результаты исследований А.В. Ворона о закономерностях построения локомоций человека [15] свидетельствуют, что у бегунов на средние и длинные дистанции длительность отталкивания в опорном периоде (который состоит из фаз аморти-

зации и отталкивания) соотносится к длительности периода полета в соотношении «золотого сечения». В свою очередь, фазы амортизации и отталкивания в опорном периоде также демонстрируют показатель «золотого сечения» в соотношении между собой (рисунок 5).

Наличие количественного показателя параметра «коэффициент активности бега» (отношение времени полетной части бегового шага ко времени опоры), равного единице, характеризует оптимальную экономичную технику бега на средние и длинные дистанции [13]. Если учесть тот факт, что отношение отталкивания неизменно соотносится к длительности полета в соотношении «золотого сечения» [15], то время амортизации будет относиться, в данном случае, ко времени отталкивания также в соотношении «золотого сечения» (рисунок 5). Таким образом, можно представить прогрессию в виде значений «золотых» соотношений 0,382; 0,618; 1 или рекуррентного ряда чисел Фибоначчи, – например, чисел 55, 89, 144.



**Рисунок 5. – Подограмма оптимальной длительности периодов опоры и полета у бегунов на средние и длинные дистанции (коэффициенте активности бега «1»), где 0,382; 0,618; 1 – относительные величины длительности фаз и периодов цикла бега «двойной шаг»**



**Рисунок 6. – Блок-схема представления соотношения «золотого сечения» ( $\Phi=1,618\dots$ ) через законы диалектики, где 0,618; 1; 1,618; 2,618; 4,236 – относительные величины перехода количественных изменений условного параметра системы в качественные**

Результаты исследований А.В. Ворона по проблеме «золотого сечения» и его использования в спортивной деятельности (наличие соотношения 1,618 и производных от него отношений 0,382, 0,618, 2,618 в системе локомоций), а также наличие «золотых» соотношений в различного рода системах живой природы между ее элементами [16] могут свидетельствовать о существовании универсального принципа построения и функционирования этих систем. В связи с этим нами сформулирована гипотеза: **биологические системы (их подсистемы) можно признать изоморфными по признаку наличия в них «золотого сечения» между элементами системы и представить парные элементы отдельной системы как диалектические противоположности** (рисунок 6).

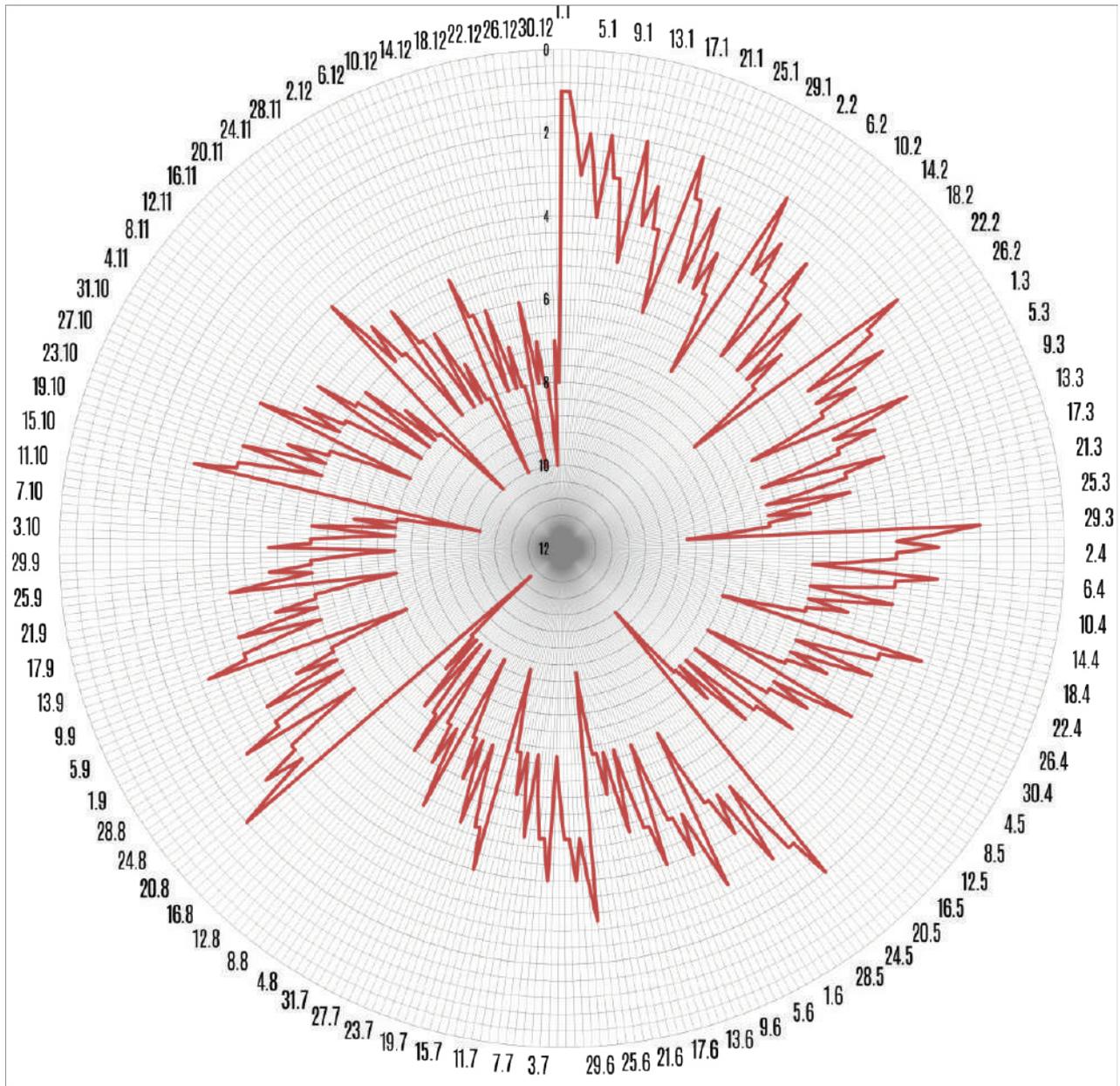
На основании обобщения результатов проведенных исследований [3, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15] можно предположить, что наличие в структуре биологических систем соотношения «золотого сечения» между ее противоположными в функциональном отношении элементами придает этим системам качества целостности, соразмерности, согласованности, что позволяет сохранять основные свойства этих систем и позволяет им оптимально функционировать.

В рамках разрабатываемой нами теории можно высказать предположение, требующее экспериментальной проверки, о связи адапционного процесса человека (например, к физической нагрузке) и рекуррентного ряда чисел Фибоначчи: адапционный процесс имеет инвариант динамики и более сложную (по отношению к существующему описанию процесса) дифференциацию адапционной реакции организма. Это значит, что условно выделенные этапы адаптации приобретают конкретное

и определенное математическое выражение. На основании чисел ряда Фибоначчи рассчитаны дни в годовом цикле подготовки спортсмена с учетом различной степени адапционной реакции организма (способ расчета и его обоснование не могут быть полно описаны в рамках данной статьи). Предлагаемый инвариант динамики адапционного процесса организма человека можно описать посредством условной степени адапционной реакции организма человека и числовыми значениями дней, рассчитанных с момента начала процесса адаптации (рисунок 7):

- максимальная степень – на 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233 день;
- субмаксимальная степень – на 4, 6, 9, 10, 14, 16, 22, 23, 26, 35, 37, 42, 56, 57, 60, 68, 90, 92, 97, 110, 145, 146, 149, 157, 178, 234, 236, 241, 254, 288 день;
- большая степень – на 7, 11, 15, 17, 18, 24, 27, 29, 36, 38, 39, 43, 44, 47, 58, 61, 63, 69, 71, 76, 91, 93, 94, 98, 99, 102, 111, 112, 115, 123, 152, 147, 150, 158, 160, 165, 179, 181, 186, 199, 235, 237, 238, 243, 242, 246, 255, 256, 259, 267, 289, 290, 293, 301, 322 день.

Исследования по выявлению примеров использования «золотой пропорции» при анализе различных показателей спортивной деятельности будут продолжены. Возможно, в дальнейшем это позволит создать какую-то теорию, позволяющую использовать «золотое сечение» в физической культуре и спорте. Не исключено, что использование «золотой» пропорции позволило бы на научной основе построить единую спортивную классификацию, уточнить требования по физической подготовленности для сдачи нормативов Государственного физкультурно-оздоровительного комплекса Республики Беларусь, совершенствовать структуру и содержание тренировочного процесса и т. д.



**Рисунок 7. – Круговая диаграмма предполагаемого инварианта динамики физиологического адаптационного процесса организма спортсмена в годичном цикле подготовки**

**Выводы:**

1. «Золотое сечение» как наиболее рациональное соотношение между неравными частями целого объекта широко проявляется в окружающем мире: оно наблюдается в природе, в архитектуре, в строении растений, животных и человека. Несмотря на это, суть самой «золотой пропорции» еще до конца не изучена.

2. В процессе исследования проблем силовой подготовленности легкоатлетов-спринтеров различной квалификации было выявлено, что соотношение между силовыми показателями мышц – сгибателей бедра и сгибателей голени у новичков составляет 1,77, у спортсменов 3-го разряда – 1,78, у

спортсменов 2-го разряда – 1,81, 1-го разряда – 1,71, у кандидатов в мастера спорта и мастеров спорта – 1,77, т. е. эти величины близки к «золотой» пропорции (1,618). Примерно такие же данные были получены при анализе соотношений между показателями силы разгибателей бедра к разгибателям голени. Еще ближе к «золотому сечению» оказался этот показатель у детей 12 лет – 1,63. А у детей в этом возрасте наблюдается самая высокая частота движений в беге, что является определяющим фактором для спринтеров высокой квалификации.

3. Примеры «золотой пропорции» были обнаружены при исследовании техники спортивной ходьбы: у спортсменов разной квалификации было от-

мечено, что фаза передней опоры по времени протекает короче, чем фаза отталкивания. У мастеров спорта при скорости ходьбы 3,99 м/с соотношение между фазой передней опоры и фазой отталкивания составляет 1,62, т. е. соответствует «золотой пропорции».

4. «Золотая пропорция» проявляется и в построении тренировочного процесса спортсменов высокой квалификации: у мастера спорта международного класса по спортивной ходьбе Е. Ивченко в период подготовки к Олимпийским играм в Москве соотношение между общим объемом циклической нагрузки и объемом спортивной ходьбы составляло 1,62, т. е. близко к «золотой пропорции», что позволило Е. Ивченко завоевать в 1980 году бронзовую олимпийскую медаль в спортивной ходьбе на 50 км.

5. Результаты проведенных нами исследований показывают, что у бегунов на средние и длинные дистанции длительность фазы отталкивания в опорном периоде относится к длительности периода полета в соотношении «золотого сечения». В свою очередь, фазы амортизации и отталкивания в опорном периоде также демонстрируют показатель «золотого сечения» в соотношении между собой.

6. Полученные нами данные, а также результаты исследований других авторов по проблеме «золотого сечения», свидетельствуют о существовании универсального принципа построения и функционирования различных систем. Можно предположить, что наличие в структуре системы соотношений «золотого сечения» между ее составными элементами свидетельствует о ее целостности, соразмерности, согласованности, что позволяет ей функционировать в оптимальном режиме.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васютинский, Н. А. Золотая пропорция / Н. А. Васютинский. – СПб. : Диля, 2006. – 368 с.
2. Суббота, А. Г. «Золотое сечение» («Sectio aurea») в медицине / А. Г. Суббота. – СПб., 1994. – 146 с.
3. Ворон, А. В. Золотая пропорция и локомоции человека / А. В. Ворон // Материалы заочной научно-практической конференции научно-педагогической школы профессора Т. П. Юшкевича по проблемам многолетней подготовки квалифицированных спортсменов, 16 апр. 2020 г. / редкол.: Т. П. Юшкевич [и др.]; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск : БГУФК, 2020. – С. 37–41.
4. Малов, Ю. С. Симметричный подход к изучению сердца и его патологии / Ю. С. Малов, А. Н. Куликов // Вестник Российской военной медицинской академии. – 2014. – № 2 (46). – С. 51–57.
5. Горст, В. Р. Формирование ритма сердца и адаптационные возможности организма при различных функциональных состояниях : автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.13 / В. Р. Горст ; Астраханская гос. мед. академия. – Астрахань, 2009. – 46 с.
6. Юшкевич, Т. П. Научно-методические основы системы многолетней тренировки в скоростно-силовых видах спорта циклического характера : автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Т. П. Юшкевич ; ГЦОЛИФК. – М., 1991. – 41 с.
7. Лемешков, В. С. Научно-методические основы системы подготовки высококвалифицированных скороходов в Республике Беларусь : монография / В. С. Лемешков. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2004. – 200 с.
8. Ворон, А. В. «Золотая» пропорция и локомоции человека / А. В. Ворон // Ученые записки: сб. рец. науч. тр. / редкол.: С. Б. Репкин (гл. ред.) [и др.] ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск, 2018. – Вып. 21. – С. 86–92.
9. Ворон, А. В. Гармоничные отношения временной структуры движений конечностей человека при беге / А. В. Ворон // Ученые записки: сб. рец. науч. тр. / редкол.: С. Б. Репкин (гл. ред.) [и др.] ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск : БГУФК, 2019. – Вып. 22. – С. 256–263.
10. Цветков, В. Д. Золотая гармония и сердце / В. Д. Цветков. – Пушкино : ООО «Фотон-век», 2008. – 204 с.
11. Чермит, К. Д. Гармоническая пара «симметрия-асимметрия» в организме человека как фундаментальная основа адаптации : автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.13 / К. Д. Чермит ; Адыгейский гос. ун-т. – Краснодар, 2004. – 53 с.
12. Гурвич, Е. В. Клиническое значение структурной точки кардицикла и структурной точки артериального давления с позиции пропорции «золотого сечения»: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.06 / Е. В. Гурвич ; Нижегородская гос. мед. академия. – Нижний Новгород, 2003. – 27 с.
13. Попека, В. А. Интегральный коэффициент техничности бега для бегунов на средние дистанции / В. А. Попека, А. В. Ворон // Современные подходы и идеи студенчества в контексте развития видов спорта : студ. науч.-практ. конф. (22 апр. 2021 г.) / М-во спорта и туризма Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т физ. культуры, Спортив.-пед. фак. массовых видов спорта ; редкол.: И. И. Гуслистова (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. – С. 100–103.
14. Тюрин, Ю. Д. Экономичность бега легкоатлетов высокого класса в зависимости от их специализации / Ю. Д. Тюрин, Е. А. Шерковец // Теория и практика физической культуры. – 1973. – № 10. – С. 5–9.
15. Ворон, А. В. Структурная гармония локомоций человека / А. В. Ворон // Научное обоснование физического воспитания, спортивной тренировки и подготовки кадров по физической культуре, спорту и туризму : материалы XV Междунар. науч. сессии по итогам НИР за 2016 год, посвящ. 80-летию ун-та, Минск, 30 марта – 17 мая 2017 г.: в 4 ч. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры; редкол.: Т. Д. Полякова (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУФК, 2017. – Ч. 1. – С. 47–51.
16. Сороко, Э. М. Структурная гармония систем / Э. М. Сороко. – Минск : Наука и техника, 1984. – 264 с.

29.04.2022