

С.И.Якушко

СИММЕРИЧНЫЙ ЧИСЛОВОЙ РЯД ФИБОНАЧЧИ ДЛЯ ОПИСАНИЯ РЕАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

*... иерархическую «конструкцию» очень неудобно
описывать той математикой, которая основана
на естественных для нас представлениях о числах.
И это не техническое неудобство.
Это проявление законов,
которые нам еще предстоит изучить.
Михаил Кутушов [1]*

Математика, как одно из лучших, идеальных отображений мира, полна информации о нём, особенно, если взглянуть на неё диалектически. Диалектическим основам математики были посвящены труды многих видных диалектиков, начиная с Пифагора и заканчивая русским философом А.Ф. Лосевым. Вероятно, математика составляет сущность естественно-научных теорий. Хотя математика и является человеческим творением, она помогла раскрыть тайны физического мира, существующего независимо от нас. Стоит только удивляться, что природа проявляет столь высокую степень соответствия математическим формулам. Поэтому анализируя числовой ряд, мы анализируем мир в самой его основе, в его глубинном, концептуальном представлении.

В настоящее время практически единственным математическим аппаратом счета является натуральный ряд чисел. Анализируя натуральный ряд чисел, можно сделать вывод [2], что «натуральный ряд чисел является единственной математической идеализацией процессов реального счета. Это монопольное положение осеняет его ореолом некой истины в последней инстанции, абсолютной, единственно возможной, обращение к которой неизбежно во всех случаях, когда математик работает с пересчетом своих объектов. Эта точка зрения автоматически навязывается и физике, поскольку физик использует лишь тот аппарат, который предлагает ему математика. Поэтому натуральный ряд чисел в значительной степени предопределяет возможности физических теорий».

То есть, использование натурального ряда чисел не всегда приемлемо, особенно для описания развивающихся (живых) систем реальных физических процессов. «Построение метаматематических формул — это реальный физический процесс, производимый человеком или, как стало возможно в последнее время, машиной. Но, если при удалении по натуральному ряду возникает возрастающая размытость его элементов, она передается и дробям с большими знаменателями, и мы доходим до оптимальной возможной точности в оценке реформированных вещественных чисел, может быть, раньше, чем знаменатель успеет «устремиться к бесконечности» [2].

Считается [2], что духу физики более соответствовал бы числовой ряд, в котором числа увеличивались бы не поединично (что вообще не имеет смысла при очень больших числовых значениях), а по некоторому закону, соответствующему как малым, так и большим числовым значениям. Каким же должен быть математический аппарат для описания реальных физических процессов? Рассмотрим реальную физическую систему.

«Реальный мир (с точки зрения ученого-естественника) это то, что говорят нам созданные человеком физические теории, которые с помощью математического аппарата описывают широкий круг явлений в природе» [3]. Следует различать два рассуждения: а) в какой степени математика отражает и представляет истину о реальном физическом мире; б) в какой степени истинной является сама математика и имеет ли она объективную реальность. Например, в существовании математики Платон видел доказательство существования бессмертной души, то есть природа в своей основе имеет некий математический план. Другая точка зрения на математику, как на изобретение человеческого разума, нашла поддержку многих математиков в XIX в. Артур Кэли, известный английский математик XIX в. заявил: «Мы... обладаем априорными познаниями, не зависящими не только от того или иного опыта, но абсолютно от всякого опыта... Эти познания составляют вклад нашего разума в интерпретацию опыта». Такие знаменитые математики как Рихард Дедекинд и Карл Вейерштрасс считали математику

творением человека. В письме к Веберу Дедекинд писал: «По-моему то, что мы понимаем под числом... есть нечто новое... созданное нашим разумом. Мы божественная раса и обладаем способностью творить». И. Кант видел источник математики в организационной силе человеческого разума. Современные философы утверждают, что математика является примером того, как творческая активность разума рождает новые формы мысли, создает новые понятия, которые могут как отражать объективную реальность, так и могут существовать в виде непротиворечивого продукта разума, который может быть востребован для описания реальности в далеком будущем.

Две точки зрения на истинность математики, тем не менее, не противоречат тому, что современная физика всецело полагается на математический аппарат. Новейшие области физики очень далеки от понимания с точки зрения «здорового смысла». Понять их можно только с помощью математики. Вот как выразил значение математики в познании реальности Эйнштейн: «...я убежден, что посредством чисто математических конструкций мы можем найти те понятия и закономерные связи между ними, которые дадут ключ к пониманию законов природы... Поэтому я считаю в известном смысле оправданной веру древних в то, что чистое мышление в состоянии постигнуть реальность».

Полного соответствия между математикой и физической реальностью не существует. Тем не менее, существует какое-то «божественное» доверие к математике и при описании природных (и не только природных) явлений. Суть того, во что непоколебимо верили Декарт, Кеплер, Галилей, Ньютон и Лейбницу сводится к следующему: природе внутренне присуща некая скрытая гармония, которая отражается в наших умах в виде простых математических законов. Именно в силу этой гармонии математическое моделирование природных процессов способно описывать и предсказывать явления природы [3].

То есть, для описания реального физического процесса необходим другой числовой ряд. Разумеется, числа такого числового ряда должны быть объектами другой природы, чем числа натурального ряда. Математическим обоснованием гармонического соотношения частей организма, его соразмерности и порядку, и необходимому организму хаосу, обусловленности пространственно-временного и функционального взаимодействия органов, например человека, и процессов в его организме является метод Фибоначчи. Числа ряда Фибоначчи, связанные с параметрами жизненных процессов, отражают не только изменение и устойчивость живого организма, но и его энергетический баланс, определяющий развитие [4].

Феномен золотых сечений (золотых рядов) Фибоначчи ныне общеизвестное явление. Тысячи и тысячи объектов и процессов нашли объяснение своей природы через числа, ряды и алгоритмы Фибоначчи. Объекты, функционирующие по фибоначчиевым алгоритмам или содержащие в себе эти алгоритмы, как программу развития, отличаются не только удивительной гармоничностью, но и всеохватной масштабностью. Особенно выразительны примеры объектов природной среды (растения, живые существа, человек), у которых фрактальные проявления закономерностей Фибоначчи являются не только отличительными признаками существования, но и признаками эффективного функционирования (устройства) этих объектов.

Многие исследования, связанные с изучением связи фибоначчиевых алгоритмов с живыми организмами обнаруживают (и доказывают) атрибутивный характер такого рода алгоритмов, т.е. утверждают закономерную нерасторжимость таких связей с понятием о «живых системах» [5].

О классическом «золотом» ряде мы знаем, что он выражает собой гармонический процесс развития (обустройства, строения, соотношения элементов и т.д.). В примере с кроликами Фибоначчи - ряд символизирует собой (почти буквально) само закономерное течение жизни. Иное, чем у Фибоначчи соотношение поголовья кроликов в ходе их размножения будет означать некую аномалию, т.е. вымирание или сверхразмножение.

Чему можно было бы уподобить отражённые в числовых рядах многочисленные реальные процессы, которые протекают и независимо и

совместно, которые и влияют друг на друга и, в каких-то пределах, могут развиваться вполне независимо.

То есть для описания последовательности чисел ряда Фибоначчи ещё более точным определением может оказаться термин - «определяющих течение материальных процессов».

А поскольку каждый «золотой ряд» - это всего лишь определённый способ действия, то существование и функционирование объекта целиком и полностью определяется только присущим этому объекту набором естественно-гармоничных «способов действия». Дело в том, что в примере с рядами Фибоначчи мы действительно получили почти уникальный случай почувствовать разницу между двумя компонентами (средствами) описания, моделирования и познания реальных процессов [6].

Что же представляет собой ряд чисел Фибоначчи? В 13-м веке знаменитый итальянский математик Фибоначчи при решении «задачи о размножении кроликов» открывает широко известную числовую последовательность Фибоначчи:

$$1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, \dots, F(n), \quad (1)$$

где n -й член которой задается следующим рекуррентным соотношением:

$$F(n) = F(n-1) + F(n-2) \text{ при } n > 2. \quad (2)$$

При начальных членах

$$F(1) = F(2) = 1 \quad (3)$$

рекуррентное соотношение (2) порождает ряд Фибоначчи (1) [7].

Однако ряд, построенный на основе числовой зависимости (1), не имеет симметрии. А симметрия является одним из фундаментальных понятий в современной физике, играющая важнейшую роль в формулировке современных физических теорий. Симметрии, учитываемые в физике, довольно разнообразны, начиная с симметрий обычного трёхмерного «физического пространства» (такими, например, как зеркальная симметрия), продолжая более абстрактными и менее наглядными (такими как калибровочная инвариантность) [8].

Поэтому и числовой ряд для описания реальных развивающихся систем должен обладать симметрией. Имеет ли симметрию числовая последовательность Фибоначчи? Для этого иногда ее рассматривают как «бесконечную в обе стороны» возвратную последовательность

$$\dots, 13, -8, 5, -3, 2, -1, 1, 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, \dots \quad (4)$$

- так называемую *обобщённую последовательность Фибоначчи* $\{F_n\}$, где $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$, в которой

$$F_{-n} = (-1)^{n+1} F_n. \quad (5)$$

Как видно из приведенного числового ряда (4), в нем появились отрицательные числа. К тому же полученный числовой ряд в левой части содержит не просто отрицательные числа, а чередующиеся положительные и отрицательные члены, т.е. полученный числовой ряд является еще и знакопеременным, в отличие от числового ряда правой части.

Введение отрицательных чисел в математике было вызвано необходимостью развития алгебры как науки, дающей общие способы решения арифметических задач, независимо от их конкретного содержания и исходных числовых данных. Необходимость введения в алгебру отрицательного числа возникает уже при решении задач, сводящихся к линейным уравнениям с одним неизвестным. Возможный отрицательный ответ в задачах такого рода может быть истолкован на примерах простейших направленных величин (таких, как противоположно направленные отрезки, передвижение в направлении, противоположном выбранному, и т.д.). В задачах же, приводящихся к многократному применению действий сложения и вычитания, для решения без помощи отрицательного числа необходимо рассмотрение очень многих случаев; это может быть настолько обременительным, что теряется преимущество алгебраического решения

задачи перед арифметическим. Таким образом, широкое использование алгебраических методов для решения задач весьма затруднительно без пользования отрицательного числа.

В европейской науке отрицательные числа окончательно вошли в употребление лишь со времени Р.Декарта, давшего геометрическое истолкование отрицательного числа как направленных отрезков. Создание Декартом аналитической геометрии, позволившее рассматривать корни уравнения как координаты точек пересечения некоторой кривой с осью абсцисс, окончательно стёрло принципиальное различие между положительными и отрицательными корнями уравнения, их истолкование оказалось по существу одинаковым.

Таким образом, целью введения отрицательных чисел была рационализация вычислительного процесса; правила действий над отрицательными числами явились результатом введения этого рационализаторского приёма в вычислительную практику. Однако применение отрицательных чисел для описания реального физического процесса, происходящего в развивающихся условиях, вряд ли имеет смысл. Ещё Декарт (1596–1650) называл отрицательные числа «ложными числами». Да и ноль с физической точки зрения необъясним. Пифагор отрицал существование нуля как физического объекта. Математика стала использовать логику дальше (а не наоборот), чем и расширила область применения математики за пределы возможностей физического мира.

Таким образом, последовательность (4) не имеет физического смысла, а является чисто математическим приемом, посредством которого числовой ряд Фибоначчи расширяется в обратную сторону.

Поэтому «перед математическим аппаратом стоит задача найти такую числовую структуру, чтобы она четко определяла симметрию пространства» [9]. С нашей точки зрения такая числовая последовательность существует и выражается следующим числовым рядом:

$$0, \dots, \frac{1}{34}, \frac{1}{21}, \frac{1}{13}, \frac{1}{8}, \frac{1}{5}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, \frac{1}{1}, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, \dots, \infty \quad (6)$$

Рассмотрим полученный числовой ряд. В правой части он представляет собой знакомый ряд чисел Фибоначчи, а в левой – обратный ряд чисел Фибоначчи.

Полученный числовой ряд выполняет требования, предъявляемые к описанию реальных физических явлений, а именно:

- при удалении по данному числовому ряду не возникает возрастающая размытость его элементов;
- эта размытость не передается и дробям с большими знаменателями;
- применение данного числового ряда позволяет доходить до оптимальной возможной точности в оценке реформированных вещественных чисел, раньше, чем знаменатель успеет устремиться к бесконечности.
- она не имеет нуля, а только стремится к нему.

Предлагаемый числовой ряд имеет интересную особенность – границей между прямым и обратным рядом Фибоначчи является первоначальная единица (*выделена жирным шрифтом*). Первоначальную единицу можно рассматривать как абстрактно условную точку – абсолютное ничто или абсолютное все. А зарождение процесса происходит в виде расхождения от абсолютной единицы в двух противоположных направлениях: в одном направлении до бесконечности, а в другом – до нуля (две недостижимые с физической точки зрения величины):

$$0 \leftarrow 1 \rightarrow \infty \quad (7)$$

Такая трактовка единицы согласуется с древними учениями, согласно которым ее атрибутами они называли следующее [10]:

- она четна и нечетна;
- она есть Бог, потому что является началом и концом всего;
- для пифагорийцев она была тождественна великой силе, сосредоточенной в центре Вселенной;
- она называется также зачаточным разумом, потому что является началом всех мыслей во Вселенной;

- она сравнивается с вечностью, которая не знает ни прошлого, ни будущего;
- она есть причина истины и структура симфонии – все это потому, что она изначальна;
- она также есть местилище материи, потому что производит дуаду, которая существенно материальна.

Недаром числовой основой мироздания Пифагор считал единицу, и все остальные числа возникали уже из нее.

Дуадой, о которой говорится в последнем пункте, является начало цепочки – связка (1-1). То есть, для начала протекания процесса должна возникнуть «родительская» пара, т.е. появиться еще одна единица. Это и есть начало процесса: «1-1». Ряд Фибоначчи начинается с «паузы», становления, созревания. «Фаза роста – это когда включается (может включаться) специфика конкретного развития, когда строится разнообразие организма, функциональное и структурное, когда строится целое из индивидуальных частей. Фаза «самостоятельного определения» — это «пауза», когда работает верхнее управление, работает общий генетический код. В этом отличие живого от неживого» [11]. Эта родительская пара порождает двойку: $1 + 1 = 2$. Дальше – больше: $2 + 3 = 5$ и пошло развитие процесса... Не зря Фибоначчи для описания этого ряда использовал процесс размножения кроликов.

В этом и состоит физический смысл того, что в начале классического ряда Фибоначчи подряд стоят две единицы.

То же происходит и при развитии процесса в сторону уменьшения. При этом слева от первоначальной единицы возникает еще одна единица, но в виде обратной единицы – $1/1$. Она и образует с первоначальной единицей родительскую пару. А дальше процесс идет аналогично прямому (описанному выше), но уже с обратными числами Фибоначчи: $1/2$, $1/3$, $1/5$ и т.д.

Какие еще выводы можно сделать из полученного числового ряда (6). Он позволяет описать симметрично структурированное пространство. Ведь пространство является пространством действительного числового ряда. Всякий физический процесс есть процесс, происходящий в пространстве действительного числового ряда [12].

Геометрически такое симметрично структурированное пространство можно представить в виде двух взаимовложенных сфер – внутренней и внешней. При этом прямой и обратный ряды чисел Фибоначчи каждый отдельно описывают процессы, происходящие во внешней и внутренней сферах. А границей между внутренним и внешним пространством является единица - та самая первоначальная и неделимая.

«Самым загадочным «фрагментом» этого явления, несомненно, является вид связи между микро- и макроструктурами. По всей вероятности, это и есть та самая великая связь между физическим и геометрическим «мирами» [1].

Когда ставится вопрос о соотношении между внутренним и внешним, мы сразу попадаем или в мир творения (бытие это всегда внутреннее, небытие всегда внешнее; первым актом творения было выделение внутреннего из внешнего, бытия из небытия), или в мир психологии (проблема внешнего и внутреннего — одна из самых фундаментальных и вечных проблем психологии).

Если рассматривать соотношение между внутренним и внешним с точки зрения живой природы, то можно отметить, что «важным этапом развития живых организмов на определенном этапе эволюции явилось отделение их от окружающей среды, создание границы, поверхности раздела между живой и внешней неорганической средой. И эту обособленность можно рассматривать как один из признаков самоорганизации, приводящей, в том числе, и к определенной устойчивости живых организмов, выделяя их из окружающей среды. Тем самым возникли дискретность биологических образований и проблема явлений и процессов, происходящих на границе поверхности. И то, и другое можно описать физическими представлениями» [4].

По существу, предложенный ряд Фибоначчи (6) становится системообразующим фактором гармонической самоорганизации живого организма. В этом смысле эволюция - как раз не просто адаптация организма к внешним условиям, а стремление его к гармонии, соразмерности развития

всего организма как целого и функционирования его внутренних органов как частей. Структурно-функциональная организация человеческого тела и его организма в процессе эволюции отражает эту гармонию по методу Фибоначчи, и красота строения и целесообразность его функций и действий давно уже отмечены в коллективном опыте человечества. Интересно, что рекурсивный (возвратный: каждое последующее число ряда Фибоначчи является суммой двух предыдущих) характер этого гармоничного ряда в применении к живым организмам позволяет учитывать память о предыдущих поколениях.

Можно даже сказать, что природа живет, организует и отбирает свои элементы не «вслепую», а по этому принципу золотого сечения. Суть его заключается в том, что взаимодействие между целым и его частями, их соотношение подчиняется так называемому рекуррентному (возвратному) ряду Фибоначчи [4].

Это в частности означает, что всем реальным системам живой и неживой природы наряду с процессами хаотичности присущи и упорядочение, и самоорганизация.

Как показывают многочисленные исследования, идея золотого сечения, характеризующая гармонию развития эволюционирующих систем, охватывает все уровни организации материи живой и неживой природы, экономику и политику, мышление и сознание человека, его социальную жизнь. Такие проявления гармонических пропорций наблюдаются, например, в растительном и живом мире, пропорциях тела и органов человека, компонентах ландшафта и строениях почв, молекулярной биологии, классификации и взаимодействиях элементарных частиц, связи законов сохранения в механике с симметрией пространства и времени т.д. В области архитектуры и искусства в целом наибольшее впечатление и воздействие на нас оказывают гармонически организованные шедевры архитектуры (храм Гарни в Армении, собор св. Петра в Риме, церковь Покрова на Нерли, храмы в Пскове и многие другие), художественные и музыкальные произведения, скульптуры, особенно классические.

Можно также отметить, что в приведенном математическом обосновании золотого сечения заложены принципы оптимальности и под структурной гармонией можно понимать не только оптимальность строения, но и устойчивость, стационарность и целостность систем, а также устойчивость нестационарных процессов в сложных самоорганизующихся системах. Это и дает возможность связывать в синергетическом подходе понятие гармонии с теорией систем и их самоорганизацией.

Подтверждением правильности данного подхода можно считать открытие закономерности образования элементов [13], согласно которому свойства элементов в каждом периоде находятся в зависимости от определенного числа обратного ряда Фибоначчи, т.е. с первого по седьмой период элементы распределяются по периодам следующим образом:

Период	1	2	3	4	5	6	7
Закон образования элементов	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{13}$

Значит, периодическая система элементов отражает процессы, происходящие в одном из пространств, через обратный ряд чисел Фибоначчи. То есть на определенном этапе эволюции произошло выделение химических элементов из окружающей среды, образовалась граница поверхности раздела между тонкой материей и внешней «проявленной» средой.

С этих позиций можно рассматривать и происхождение элементов на Земле. В настоящее время все чаще появляется критика бытующей гипотезы Канта-Лапласа о формировании планет из «готового» космического материала [14]. Этой гипотезой не объясняется наличие в составе Земли химических элементов всего спектра таблицы Менделеева, в то время как в космосе наблюдается абсолютное преобладание лишь первых 28 элементов таблицы. Также не объясняется факт появления и эволюционного развития (вот уже на протяжении трех млрд. лет) на Земле органической формы материи. Считается, что «появление в составе Земли всех (после Ni)

«тяжелых» химических элементов, а также органической формы материи можно объяснить лишь с позиции признания факта ее саморазвития».

Подтверждением данного подхода является гипотеза академика В.А. Амбарцумяна, который считает, что «развитие материи идет от простого к сложному, от более плотного к менее плотному состоянию».

Исходя из этой концепции предполагается [14], что и планеты образуются по такому же принципу: от протовещества, к атомному, а затем и к молекулярному состоянию. Более тяжелые элементы располагаются ближе к центру, а легкие выталкиваются на поверхность. «С этих позиций можно также допустить, что «загадочное» внутреннее ядро земли является одним из микроскопических (в масштабах космоса) объектов протовещества, а оболочки (геосферы) вокруг него - это результат его поэтапного развития. Вероятно, в ходе первого этапа сформировалось так называемое «внешнее ядро», состоящее из водорода и гелия». Тогда планету Земля можно рассматривать как саморазвивающуюся на атомном, а затем на молекулярном уровне систему. При этом «доразвитие» атомов в верхней астеносфере приводит к тому, что вещество мантии из «аморфного» приобретает в кровле верхней астеносферы качественно новое – кристаллическое состояние, формируя так называемую литосферу, которая не может считаться частью мантии. Являясь ее «продуктом», она, тем не менее, стала самостоятельной структурой, где закончен процесс атомных преобразований и начинается процесс развития вещества Земли по законам классической химии.

Выводы

1. Предложен симметричный ряд чисел Фибоначчи $0 \leftarrow 1 \rightarrow \infty$

$$0, \dots, \frac{1}{34}, \frac{1}{21}, \frac{1}{13}, \frac{1}{8}, \frac{1}{5}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, \frac{1}{1}, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, \dots, \infty$$

2. Показано, что данный числовой ряд применим для описания реальных развивающихся живых систем.

3. Подтверждением данного предположения является полученный ранее автором закон распределения свойств химических элементов в периодической системе элементов по периодам в зависимости от обратных чисел Фибоначчи.

4. Показано, что с помощью симметричного ряда чисел Фибоначчи можно рассматривать происхождение элементов на Земле.

Список использованной литературы

1. Кутушов М.В. Диссимметрия жизни – симметрия рака. - URL: http://fictionbook.ru/author/m_v_kutushov/dissimetriya_jizni_simmetriya_raka/
2. Рашевский П. К. О догмате натурального ряда. - Успехи математических наук, Т. XXVIII, Вып. 4(172), 1973 - С. 243-246.
3. Шашков Н.И., Ерохина Л.Д., Шендерецка А.П. и др. Философия (конспект лекций). Авторы: В.П. Смагин, Н.С. Сыроед, Н.В. Соколов - URL: <http://abc.vvsu.ru/Books/filosof/page0022.asp>
4. Горбачев В.В. Концепции современного естествознания. В 2 ч.: Учебное пособие. - М.: Издательство МГУП, 2000. - 274 с.
5. Корнеев А.А. Числовой мультипликатор Фибоначчи. - URL: <http://numbernautics.ru>
6. Корнеев А.А. Способы и результаты формирования "золотых рядов" - URL: <http://kaa-07.narod.ru/>
7. Стахов А.П. Гармония мироздания и Золотое Сечение: древнейшая научная парадигма и ее роль в современной науке, математике и образовании. - URL: <http://www.obretenie.info/txt/stahov/harmoni1.htm>
8. Симметрия (физика). URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
9. Елисеев В.И. Числовое комплексное пространство адекватно полям взаимодействия материи // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.11611, 28.10.2004
10. Корнеев А.А. Эзотерика в первоцифрах. – URL: <http://kaa-07.narod.ru>
11. Алферов С.А. О «родительском ряде» Фибоначчи». - URL: <http://numbernautics.ru>
12. Шилов С. Механика времени. - URL: http://thelib.ru/books/shilov_sergey/mechanika_vremeni-read.html
13. «Фибоначчиевая» закономерность в периодической системе элементов Д.И. Менделеева // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.15965, 27.06.2010.
14. Фомин Ю. М. Верхняя астеносфера - переходная зона между веществом мантии и литосферой. - URL: <http://www.evolbiol.ru/fomin.htm>.

С.И Якушко/19.01.2011

Симметричный числовой ряд Фибоначчи для описания реальных физических процессов. – Международный клуб Золотого сечения. -

<http://www.goldensectionclub.net/publications/yakushko/yakushko-articles/yakushko001>