

Оптимальные соотношения компонентов природных систем и их характеристик.

Каждая система лишь частично заполнена массой вещества. Остальная часть остается условно пустой. Условно потому, что на самом деле в ней “растворены” (взвешены) мельчайшие частицы, размеры, масса и время жизни которых суммарно меньше одной частицы, принятой за элементарную (наименьшую из установленных). Т.е. “пустота” по суммарной массе, занимаемому объему этих “растворенных” частиц и времени их существования примерно идентична (несколько меньше) элементарной частицы, которая не поддается измерению. В этом “пустом” пространстве частицы осуществляют свои жизненные функции – “колеблются”.

Если емкость системы выразить в относительной (безразмерной) форме, через единицу, а ее вещественную часть через X , то выражение ее свободного (жизненного) пространства Y приобретает вид:

$$Y=1- X^n, \quad (1)$$

где $n=0,1,2,3,4,\dots$ – количество частиц системы или их связей (соединений), деформирующихся и рвущихся при перегрузках.

Формула (1) отражает противостояние аргумента X (вещества) и функции Y (пустоты) - математических абстракций, под которыми можно понимать любые оппозиции, включая и не материальные (мыслительные, информационные, художественные...).

Природные системы (экогеосистемы) представляют собой иерархию меньших систем (субсистем) разного порядка. Величина n – количество противостоящих (и взаимодействующих) частиц (элементов, или при наличии их взаимодействия, - компонентов) системы служит мерой упорядоченности системы, ее *мерностью*. При $n=0$ имеет место полный беспорядок, хаос, когда частицы никак не связаны друг с другом, существуют сами по себе. При $n=1$ формула (1) линейна, *одномерна*; при $n=2$ – *двухмерна*; при $n=3$ – *трехмерна* и т.д. Линейность характеризует монолит, неделимое тело, взаимодействующее со своим окружением на паритетных началах, деля жизненное пространство пополам. Такое состояние равновесно и устойчиво, но при этом внутри системы нет условий (сил и материи) для рождения нового. Линейность присуща лишь отдельным фрагментам мира, ограниченным “горизонтом видимости”, которые составлены из небольшого числа элементов, при котором соблюдается равенство: $\ln(h/h_0) \approx (h-h_0)/h_0$ (здесь h и h_0 – характерные параметры системы, текущий и элементарный). Линейные связи всегда условны и действуют лишь определенное время. Значение $n=2$ - наиболее распространенное, поскольку все формообразующие поверхности можно разложить на плоские фрагменты и, кроме того, как показано в [1], многокомпонентные системы можно обобщить (нормировать по 1) и свести к двухкомпонентной, представив ее как дихотомию доминантной компоненты и суммы остальных. Обобщенная расчетная формула имеет вид, аналогичный (1):

$$Y_{об} = 1-X_{об}^2,$$

где $X_{об} = (X-1/n) / (1-1/n)$; $Y_{об} = Y(1-n)^n$.

Например, для 2-, 3-, и 4-компонентных систем $X_{об}$ и $Y_{об}$ равны:

$$\begin{aligned} X_{об.2} &= (X-0,5)/0,5 = 2X-1; & Y_{об.3} &= Y/(0,5)^2 = Y/0,25; \\ X_{об.3} &= (X-0,33)/0,67=1,5X-0,5; & Y_{об.3} &= Y/(0,67)^3 = Y /0,296; \\ X_{об.4} &= (X-0,25)/0,75=1,33X-0,33; & Y_{об.4} &= Y/(0,75)^4 = Y /0,316. \end{aligned}$$

На графике рис.1 показана зависимость $Y_{об}$ от $X_{об}$ для произвольно выбранных Y , X , вычисленная по приведенной обобщенной формуле при $n = 2\dots 10$. При $n=2$ – это точное решение, при $n > 2$ – приближенное. Приближение заключалось в представлении величины Y как

произведения разницы величин компонентов системы с единицей: $Y = (1-X_1)(1-X_2)(1-X_3)\dots$, что правомерно только при $n = 2$, а в остальных случаях является допущением. Однако из рис. 1 видно, что результаты точного и приближенного решения ложатся практически на одну кривую. Это объясняется тем, что величина $(1-1/n)^n$, входящая в $Y_{об}$, с увеличением n быстро стремится к своему пределу $(1/e)=0,3679$, где $e=2,7118$ – основание натуральных логарифмов. Например, при n , равном 3, 4, 5, 10 и 50, она равна: 0,2963, 0,3164, 0,3277, 0,3487 и 0,3642, уже при $n=5$ она отличается от предельной всего на 12%.

На рис.2 дан график формулы (1), из которого видно, что при всех n с увеличением X величина Y уменьшается. Существуют точки, в которой они сравниваются, функция становится равной аргументу: $Y=X=\Phi$. Очевидно, что в этих точках “хаос” и “гармония”, “беспорядок” и “порядок”, между которыми развивается и функционирует система, максимально уравновешены, гармоничны, а сама система максимально равновесна, устойчива, продуктивна и жизнеспособна.

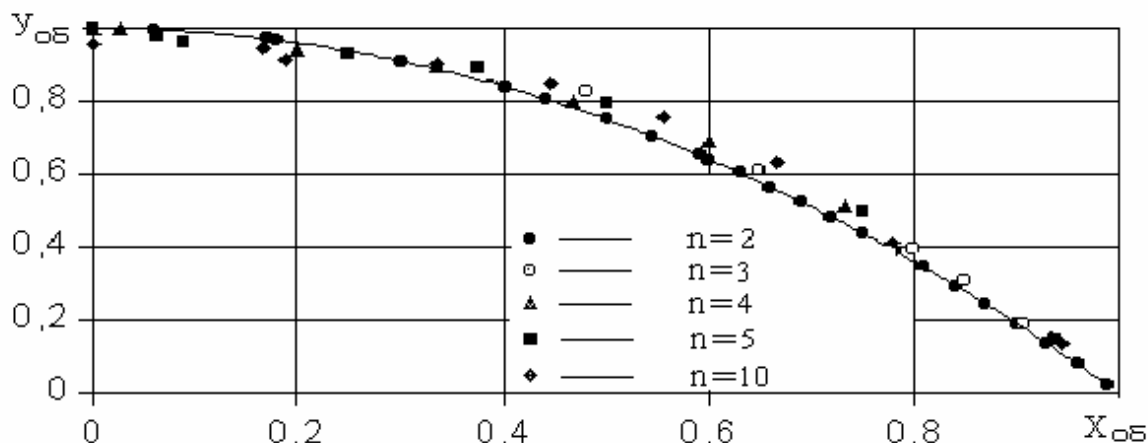


Рис. 1. Зависимость $Y_{об}$ от $X_{об}$ и n (кривая вычислена для $n=2$).

Целые n соответствуют четким границам между фазовыми состояниями системы, разным траекториям их развития; дробные, промежуточные, включают в себе мир фракталов с его причудливыми, труднообразимыми формами.

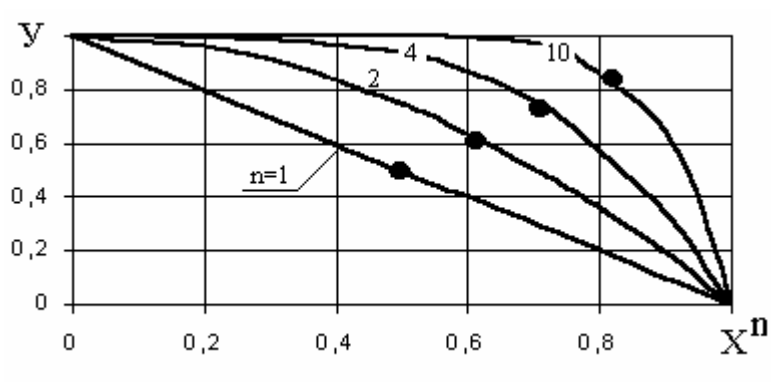


Рис. 2. График функции Y от X при разных n (кружки – значения Φ).

С учетом $Y=X=\Phi$, формула (1) преобразуется в

$$\Phi^n + \Phi - 1 = 0 \tag{2}$$

Приближенное решение этого уравнения при разных n , с точностью до пятого знака после запятой приведено в табл.1. [2]. Величины Φ , за исключением варианта с $n=1$, когда $\Phi = 0,5$, являются иррациональными числами. На рис.3 дан график, составленный по этой таблице, и его аппроксимация.

Величина $\Phi(2)=0,618034\dots \approx 0,62$ и обратная ей: $1/\Phi(2) = \varphi(2) \approx 1,62$ называется Золотым Сечением (ЗС). Оно соответствует решению уравнения (2) при $n=2$ и делит единичный отрезок на две части так, что его отношение к большей части равно отношению большей части к меньшей:

$$1/\Phi = \Phi/(1-\Phi), \quad (3)$$

и оба этих отношения примерно равны 1,62, а их обратные величины – 0,62.

Таблица 1

Значения Φ при разных n

n	Φ	n	Φ	N	Φ
1	0,5	7	0,79654	14	0,86618
2	0,61803	8	0,81165	16	0,87727
3	0,68233	9	0,82430	18	0,88624
4	0,72449	10	0,83508	20	0,89390
5	0,75488	11	0,84440	23	0,90338
6	0,77809	12	0,85255	27	0,91338

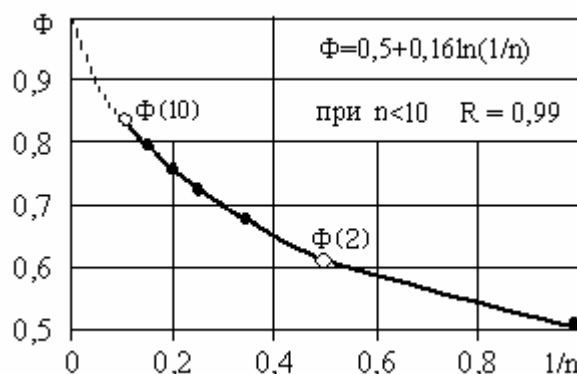


Рис. 3. Зависимость Φ от n (кружки – расчет по формуле аппроксимации).

Наряду с $\pi = 3,14$ – отношением длины окружности к диаметру и $e = 2,72$ – основанием натуральных логарифмов, величина $\varphi(2) = 1,62$ входит в тройку самых важных и часто употребляемых на практике иррациональных чисел. Причем $\varphi(2)$ и π связаны непосредственно: $\varphi(2) = 2 \cos \pi/5$.

ЗС – это наиболее часто встречающаяся пропорция близких к равновесию оппозиций во всех системах Мироздания, энергетически наиболее выгодное, оптимальное (гармоническое), соотношение его частей, обеспечивающее их устойчивость и длительное существование, а в произведениях искусства – также и наилучшее их чувственное восприятие. Она известна со времен строительства египетских пирамид, если не раньше, и прославлена целой плеядой знаменитых мыслителей, архитекторов и художников, от древности до наших дней (Фидий, Фибоначчи, Леонардо да Винчи, Дюрер, Кеплер, Корбюзье, Дали, Флоренский, Малевич...), которые активно ее использовали в своем творчестве.

В художественных и музыкальных произведениях закономерности ЗС часто отражаются неосознанно для авторов, нужные пропорции между элементами содержания улавливаются интуитивно в процессе творения. Золотое Сечение – это объективно существующий в природе (художники Возрождения называли его божественной пропорцией), но не достижимый аттрактор красоты и гармонии, притягивающий мастера. Чем ближе произведение к совершенству, тем больше оно соответствует пропорциям ЗС.

Существует два определения ЗС: как выражение пропорции (3) и как среднее геометрическое из величин всего отрезка и его меньшей части: $\Phi = [1(1-\Phi)]^{0,5}$. Оба определения равнозначны, вытекают один из другого. В то же время они разделяют гармонизирующую роль ЗС на две

составляющих. Первая относится к устойчивому равновесию компонентов системы, вторая - к устойчивому равновесию целого и его элементарной части.

В физической природе эти закономерности проявляются в энергетических переходах элементарных частиц, в строении и свойствах многих химических веществ, в планетарных и космических системах, в распределении суши и моря, в генных структурах живых организмов, в биоритмах, в функционировании головного мозга и зрительного восприятия [3]. Прослеживается связь [4] таких, казалось бы, несопоставимых явлений, как колебания солнечной оси, процент поверхности, пораженной засухой, активность питания термитов, интенсивность действия обезболивающих препаратов, индекс военной активности, вероятность рождения мальчиков - и везде колебания рассматриваемых величин находятся в отношении Золотого Сечения.

Пропорция ЗС проявляется и в общественно-экономических системах. В [5] приводятся доли госсобственности в экономике ряда ведущих стран мира. В большинстве из них она составляет около 50%: в Италии – 55%, в Швеции – 62%, в Китае – 65,8%, в США – 32%, а в России – 10%. Эти цифры довольно точно отражают уровень экономического развития этих стран и роль ЗС как его показателя. Автор [5] предлагает законодательно установить долю госсектора в экономике, равную $\Phi=0,62$ (с учетом колебательного режима экономики, наверное, правильнее будет удержание этой доли в пределах 0,382 - 0,618).

Обработка параметров монотонно изменяющихся систем разной природы в безразмерном виде показала, что их связи хорошо описываются полиномом второй степени, численные коэффициенты которого, отражающие уровень их взаимодействия, отвечают пропорции ЗС и в сумме равны 1 [6, 7]. Для параметров, изменяющихся с ускорением, эти коэффициенты равны 0,618 и 0,382; изменяющихся с замедлением: -0,618 и 1,618. Для примера на рис. 4 показана зависимость относительного диаметра $j_d = (d - d_0) / (d_m - d_0)$ и относительной площади поперечного разреза ствола $j_{\Pi} = j_d^2$ пихты на Аляске [8] и сосны в пос. Нумто (данные С.П. Арефьева) от размерного (τ) и безразмерного (относительного) возраста $j_{\tau} = (\tau - \tau_0) / (\tau_m - \tau_0)$, где d, d_m и d_0 – текущий, максимальный и минимальный диаметры дерева на контрольной высоте (1,3 м), соответствующие τ, τ_m и τ_0 – текущему, максимальному и минимальному (начальному) возрасту. Начало отсчета на левом графике – 1578 год, на правом – 1579, возраст обоих деревьев больше 400 лет; жирные кривые построены по фактическим данным; тонкие – рассчитаны по формулам ЗС, показанным на графиках. У молодых деревьев зависимость j_d от j_{τ} также имеет вид полинома 2-й степени, но численные коэффициенты довольно далеки от ЗС [7].

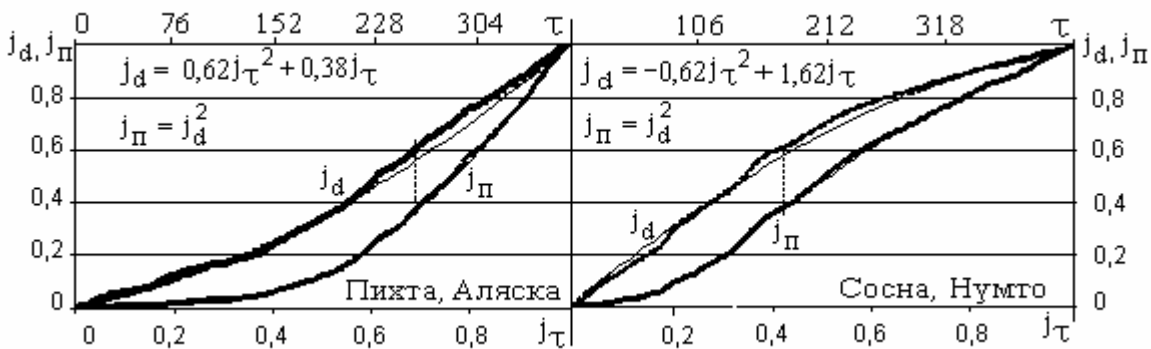


Рис. 4. Зависимость относительных диаметра j_d и площади ствола j_{Π} пихты (Аляска) и сосны (п.Нумто) от размерного τ и безразмерного j_{τ} возраста.

На оси времени (рис.4) выделяется особая точка, в которой $j_d + j_{\Pi} = j_d + j_d^2 = 1$. Она характеризует равновесие между длиной (или диаметром) замыкающей окружности ствола (корой) и площадью ствольного круга, ответственной за внутреннее давление на замыкающую окружность в растущем дереве. Эти два параметра существуют в режиме единства и оппозиции друг к другу: кора не только защищает ствол, но и препятствует его свободному разрастанию. Равновесие между ними, как следует из уравнения (2), возможно только при $j_d = 0,618$ и, соответственно, $j_d^2 = 0,382$ (пунктирная вертикаль на рис.3). По-видимому, при достижении радиусом ствола значения $j_d = 0,618$ период становления (созревания) древесного организма,

характеризующегося увеличением массы и уплотнением, сменяется периодом деградации (разуплотнения).

Продemonстрируем основное правило ЗС, отвечающее формуле (3), его применимость и адекватность действительности на примерах, связанных с фазовыми превращениями *вода-лед* и строением воды - основного материала, из которого состоит животный и растительный мир. Кроме того, ранее показано, что поведение нагруженных твердых тел, сцепление частиц в которых обеспечивается льдом, например, мерзлых грунтов, удобно использовать в качестве модели развития экогеосистем [9].

1) Фазовые переходы пара в воду и воды в лед – это, образно говоря, альфа и омега жизненного цикла организмов: переход пара в воду дает начало жизни, воды в лед – губит ее. Жизнь заключена между этими переходами. Жидкая фаза воды конденсируется из пара при его остывании ниже 100°C и переходит в лед при 0°C . “Путь” до достижения минимальной теплоемкости – плюс 37°C , при которой активность метаболизма максимальна, составляет $100-37=63^{\circ}$. Соотношение 63 и 37 примерно равно ЗС. При высоких давлениях (до 220 МПа) обычная вода не замерзает до минус 22°C . Расстояние от 37° до минус 22° равно 59° , а от 0 до 22° – 22° ; относительные расстояния $22/59=0,37$ и $37/59=0,63$ также соотносятся в пропорции, близкой к ЗС.

2) Атомы в молекуле воды образуют равнобедренный треугольник Н-О-Н. Расстояния Н-О и Н-Н равны 0,096 и 0,154 нм, а их отношение – 0,62. В молекуле льда расстояния между атомами водорода и кислорода Н-О составляет 0,099 нм, а угол в вершине треугольника Н-О-Н равен $109,5^{\circ}$ [10], тогда сторона Н-Н равна 0,162 нм. Отношения сторон $0,099/0,162$ и углов $109,5/180$ равны ЗС $\approx 0,61$.

3) Структуру кристалла льда можно представить решеткой, в которой каждая молекула связана с четырьмя другими, находящимися от нее на расстоянии 0,276 нм. Размеры большей и меньшей стороны единичной ячейки этой решетки 0,737 и 0,452 нм [11] вместе с расстоянием между молекулами 0,276 нм образуют ряд, в котором каждый последующий член находится с предыдущим в отношении: $0,276/0,452=0,452/0,737=0,61$.

4) На **рис. 5**, показана зависимость продукции растительности (фитопродукции) P_r от радиационного баланса B и индекса сухости J [12].

Величина $J=B/UL$ (U - годовая сумма осадков, $L=0,6$ ккал / см^3 – скрытая теплота парообразования), выражает соотношение тепла и влаги. Характерно, что во всех случаях максимум продукции приходится не на $J=1$, при котором достигается равновесие между этими параметрами, а на $J \approx 0,62$. Дело в том, что для органической жизни более значимо не количество осадков, а валовое увлажнение территории (w), равное сумме испарения g и подземного стока f_p . Эта величина близка к сумме осадков за теплый период года U_T . Например, в Западной Сибири от тундры до средней тайги включительно $U_T \approx 115\text{см}$, а $w \approx 105\text{см}$ [13]. U_T примерно в 1,4-1,6 раза меньше годовой суммы осадков U . Если в выражение J вместо U подставить U_T , то величина J получится равной не 0,62, а примерно 1.

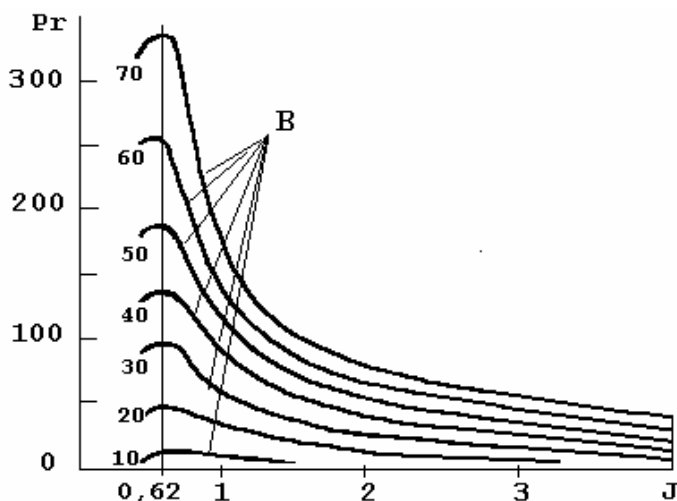


Рис. 5. Зависимость фитопродукции P_r (т/га · год) от радиационного баланса B (ккал/ см^2 · год) и индекса сухости J (доли единицы)

5) Пропорция распределения основных статей расхода воды, поступающей на сушу из атмосферы: осадки $U=73$ см, полный сток $f=26$ см, испарение $g = 47$ см, также близка к величине ЗС: $47 / 73 = 0,64$; $26 / 73 = 0,36$ [14].

6) Максимумы индекса сухости и минимумы продукции биоты в обоих полушариях приурочены к 22-й параллели [15]; ее угловое расстояние от Южного полюса равно: $(90+22) / 180=0,62$.

7) Среднеширотная температура воздуха равна 16°C ; она приходится примерно на 35-ю параллель, которая делит угловое расстояние между экватором и Северным полюсом в пропорции 39 и 61% [12].

Остальные члены ряда в табл.1, соответствуют идеальным пропорциям на других уровнях упорядоченности (при других целых n). Все члены этого ряда в совокупности называются Обобщенным Золотым сечением (ОЗС) [2, 3].

Наш анализ ОЗС показал, что

1) Каждый член этого ряда - Φ_n с точностью до десятых долей процента равен $(\Phi_{n-1})^2$, где $z=0,5^{1/n}$ (кружки на кривой рис. 2); при $n < 10$ зависимость Φ от n упрощается (см. формулу на рис.2).

2) ОЗС хорошо увязывается с долговечностью нагруженного ледяного тела и периодами главных вращательных циклов Земли - годовым, месячным и суточным. Формула ОЗС практически идентична формуле относительной долговечности ледяного тела [16]:

$$(\tau_3 / \tau)^{j_{пл}} = \xi = (P / P_m), \quad (4)$$

где P – нагрузка (давление) на мерзлое тело (при заданной долговечности P – это длительная прочность мерзлого тела); P_m – максимальное давление, которое это тело может выдержать не разрушаясь в течение элементарного времени; τ_3 - минимальный (элементарный) отрезок времени, измеряемый в данном опыте; τ – долговечность (время до начала разрушения); $j_{пл} = 0,083$ – предельная (предразрушительная) деформация, равная относительному уменьшению объема льда при плавлении, совпадающая с частотой месячных оборотов в годовом цикле ($1/12 = 0,083$; $30^{\circ}/360^{\circ} = 0,083$).

В табл.2 приведены значения первых одиннадцати членов последовательности ОЗС (Φ_n), относительного времени τ/τ_3 и $(\tau_3 / \tau)^{0,083} = \xi$. Величины τ/τ_3 (в общем случае - это любое число от единицы и больше) представлены геометрической прогрессией, первый член которой равен 4380, второй в 12 раз меньше – 365, а начиная с третьего и примерно до пятнадцатого члена: $365/4^1=91$; $365/4^2=91/2=46$; $365/4^3=30$; $365/4^4=23$; $365/4^5=18$; $365/4^6=15$; $365/4^7=13$... Инвариантом этой последовательности является четверть орбиты вращательных циклов Земли, примерно 90° , совпадающая с продолжительностью основных фаз, образуемых вращением Земли (весна, лето, осень, зима или утро, день, вечер, ночь). Эти числа также почти совпадают с выделенными календарными отрезками года (полугодием, кварталом, месяцем и т.п.). Например, если принять $\tau_3=1$ час, то эти числа, до 6-го включительно, примерно соответствуют количеству часов в полугодии, в полумесяце, в полунеделе, в четверти недели, в ее шестой части и в сутках. При $\tau_3=1$ сутки эти же числа (4380, 365, 91, 46, 30 и 23) соответствуют количеству суток: в 12(11) годах (период основного цикла солнечной активности), в году, в квартале, в половине квартала, в месяце и в четверти квартала.

Таблица 2

Значения ОЗС (Φ_n), τ/τ_3 и $\xi=(\tau_3 / \tau)^{0,083}$

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Φ_n	0,5	0,618	0,682	0,724	0,755	0,778	0,796	0,812	0,824	0,835	0,844
τ/τ_3	4380	365	91	46	30	23	18	15	13	11	10
ξ	0,497	0,613	0,687	0,728	0,753	0,771	0,79	0,800	0,810	0,820	0,846

Как видно из табл. 2, разница между величинами ОЗС и ξ , рассчитанными для выделенных отношений τ / τ_0 , составляет сотые доли процента. Так как границы (связи, соединения) между частицами являются концентраторами напряжений и вакансиями разрушения, то увеличение их числа (увеличение n) сопровождается уменьшением долговечности τ / τ_0 , как это и следует из табл.2. Таким образом, странное, на первый взгляд, совпадение ОЗС с относительной прочностью мерзлого тела $\xi = (P / P_M)$ имеет вполне материальную природу.

Все члены последовательности ОЗС обладают замечательным свойством – результаты их возведения в степень n и вычитания их из единицы одинаковы: 1) $0,5^1 = 0,5$ и $1 - 0,5 = 0,5$; 2) $0,618^2 = 0,372$ и $1 - 0,618 = 0,372$; 3) $0,682^3 = 0,318$ и $1 - 0,682 = 0,318$ и т.д. Из этого следует, что связанная энергия, использованная на производство (или на произведение $X \cdot X \dots = X^n$) вещественной части, и свободная энергия ($Y = 1 - X^n$) равны, что и следует из формулы (2), в которой X и Y обозначены одной буквой Φ .

Все равновесные, гармоничные, системы подобны самим себе на каждом шаге развития. С учетом равновесия свободной и связанной энергии это возможно, если на каждом последующем шаге энергия, неиспользованная на предыдущем шаге, т.е. свободная, связывается *произведением* или *производством* (оба слова синонимичны, т.к. имеют общий корень и схожий смысл) новой субстанции. Тогда пошаговый алгоритм развития, например двухкомпонентной системы выглядит так: **первый шаг** – $X_1 = X \cdot X = X^2$ (производство новой субстанции; затраченная или связанная энергия), $Y_1 = 1 - X_1^2$ (оставшаяся или свободная энергия); **второй шаг** – $X_2 = Y_1 = 1 - X_1^2$, $Y_2 = 1 - X_2^2 = 1 - (1 - X_1^2)^2$; **третий шаг** – $X_3 = Y_2$, $Y_3 = 1 - X_3^2$; ... и т.д.

На графиках **рис. 6** показана реализация этого алгоритма при разной точности представления величины $X = \Phi$.

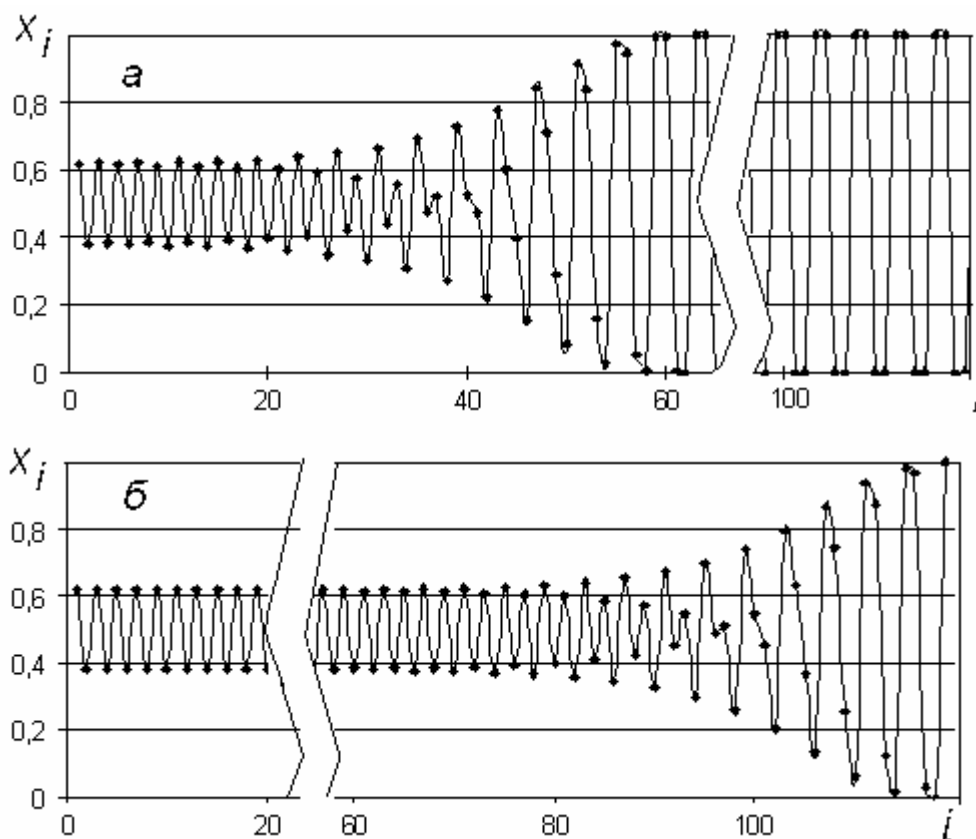


Рис. 6. Схематическая модель развития экогеосистем, близких к устойчивому равновесию (i – количество шагов (циклов); а – при $X = 0,616$; б – при $X = 0,61803$)

Согласно рис.6, экогеосистема развивается в пространстве между 0 и 1 примерно по синусоидальному закону с центром симметрии на отметке 0,5 и только в “коридоре” между $\Phi = 0,62$ и $1 - \Phi = 0,38$ линейно. Это область зрелости системы, где ее развитие гармонично, производство энтропии минимально, а жизнеспособность и устойчивость максимальны. Протяженность этой области зависит от точности задания величины Φ , чем больше в ней знаков

после запятой, тем длиннее этот “жизненный” коридор. В приведенном примере уточнение (увеличение) начального значения X дает примерно тройное удлинение жизненного коридора. Но абсолютная устойчивость системы, соответствующая постоянному пребыванию в этом коридоре, недостижима, так как Φ - число с бесконечным количеством знаков после запятой. При любой точности задания величины Φ его стенки однажды начинают расходиться, связи между частицами рвутся и каждая из частиц переводится в свободное колебательное состояние в пространстве между 0 и 1 типа “броуновского движения”. Такое состояние можно охарактеризовать как “дурную бесконечность”. Это философское понятие, введенное Гегелем, относится к представлению о развитии природы как бесконечной череде круговоротов материи с постоянным возвратом к одним и тем же исходным пунктам. Диалектический материализм “исходит из признания неисчерпаемости и неоднородности материального мира, существования бесчисленного множества качественно различных уровней структурной организации материи, вечного саморазвития и качественных изменений материи и форм ее движения” [17]. Золотое Сечение, тем более в обобщенном виде и с учетом связанных с ним последовательностей, типа чисел Фибоначчи (о них ниже), как нельзя лучше воплощает этот принцип. Но в то же время оно дает ключ, обоснование возможности количественной оценки этого “бесчисленного множества качественных изменений материи и форм ее движения” в конечных величинах, приближенных, но вполне реальных для данного уровня развития науки и техники.

Золотое Сечение тесно связано с последовательностью Фибоначчи: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89..., также издавна используемой для описания циклических структур, их поступательного развития на любом уровне. В этом ряду каждый последующий член равен сумме двух предыдущих, а начиная с пятого, отношение последующего к предыдущему с погрешностью от десятой доли процента и меньше равно 1,62. Французский математик Люка, показал [3], что вообще в любой последовательности с произвольными первыми двумя числами, включая дробные, а далее составленной так, что каждый член ряда равен сумме двух предшествующих, отношение последующего члена к предыдущему довольно быстро становится примерно постоянной величиной, близкой к 1,62. Например, возьмем ряд, первые два числа (подчеркнуты) которого выбраны совершенно произвольно, а остальные, составлены по указанному правилу: 0,8; 4; 4,8; 8,8; 13,6; 22,4; 36; 58,4; 94,4; 152,8; ... В этом ряду, начиная с 6-го члена, отношение последующего к предыдущему примерно равно 1,62.

Особенно убедительно проявление последовательности Фибоначчи в филлотаксисе растений [3]. Листья на стебле располагаются по винтовой оси. Винтовое листорасположение характеризуют дробью, числителем которой является число оборотов в листовом цикле, а знаменателем - число листьев в этом цикле. Эти дроби образуют числовую последовательность, состоящую из отношений соседних чисел Фибоначчи: $1/2$, $1/3$, $2/5$, $3/8$, $5/13$, $8/21$, $13/34$, ... Причем установлено, что для различных растений характерны свои дроби филлотаксиса. Практически все соцветья и плотно упакованные ботанические структуры (сосновые и кедровые шишки, ананасы, кактусы, головки подсолнухов и многие другие) также следуют числам Фибоначчи. В частности, семечки в головке подсолнуха располагаются по спиральям, закрученным навстречу друг другу, при этом отношение числа левых и правых спиралей равно отношению соседних чисел Фибоначчи: $8/13$, $13/21$, $21/34$, $34/55$. В основе закономерностей филлотаксиса лежит физическая причина - именно при таком расположении листьев достигается максимум притока солнечной энергии к растению.

Числами Фибоначчи активно интересуются бизнесмены и экономисты. Американский финансист и исследователь Ральф Эллиотт, занимаясь анализом биржевых цен, обнаружил, что относительно крупные волны, описывающие колебания котировок ценных бумаг, являются огибающими мелких волн, а те, в свою очередь, еще более мелких, а количество мелких колебаний в периоде более крупного соответствует ряду Фибоначчи.

Частное от деления двух соседних членов в последовательности Фибоначчи в пределе равно второму члену ОЗС ($\Phi_2=0,618$ или $\phi_2=1,618$). Последовательности, подобные “фибоначчиевой”, можно составить для любого (n) члена ОЗС, пользуясь простым правилом: количество единиц, с которых начинаются такие последовательности должно совпадать с порядковым номером ОЗС (с количеством компонентов в вещественной части системы), а последующие члены (F_m), считая от последней единицы, определяются по формуле:

$$F_m = F_{m-1} + F_{m-n} \quad (5)$$

Для первого, второго, третьего и четвертого членов ОЗС согласно этому правилу получаются следующие ряды: 1) 1, 2, 4, 8, 16, 32...; 2) 1, 1, 2, 3, 5, 8... (собственно ряд Фибоначчи, см. выше); 3) 1,1,1, 2, 3, 4, 6, 9, 13, 19, 28, 41, 60...; 4) 1,1,1,1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 14, 19, 26, 36... (подчеркнуты единицы, указывающие на количество компонентов в вещественной части системы). Например: 7-й член 4-го ряда равен: $F_7 = F_6 + F_{7-4} = 7 + 3 = 10$; 9-й член 3-го ряда равен: $F_9 = F_8 + F_{9-3} = 19 + 9 = 28$. Нетрудно удостовериться, что частное от деления последующего члена на предыдущий в этих рядах стремится (в первом ряду равно), соответственно, к первому ($\varphi_1 = 2$), второму ($\varphi_2 = 1,62$), третьему ($\varphi_3 = 1,47$) и четвертому ($\varphi_4 = 1,38$) членам ОЗС. Ряд 1 – классическая геометрическая прогрессия, широко известен; применяется, например, для подсчета делящихся клеток, описания “демографического взрыва” и других лавинообразных процессов. Ряд 2, наиболее актуальный при анализе систем любой природы, охарактеризован выше. Ряды 3 и 4 можно использовать для моделирования начального этапа развития, характеризующегося низкими темпами деформирования.

Последовательности подобного типа, в которых каждый последующий член больше предшествующего примерно в φ_n раз, можно использовать для описания фазы (полупериода) становления (созревания) системы. Для описания фазы ее старения (деградации) можно использовать обратные последовательности, убывающие, в которых каждый последующий член меньше предшествующего примерно в φ_n раз, например, обратную последовательность Фибоначчи: 1, 1, 0,5, 0,33, 0,2, 0,125, ...

На рис. 7 показана зависимость членов “фибоначчиевых” рядов от их порядкового номера (m) для основных (первых трех) членов ОЗС в полулогарифмическом масштабе и даны ее формулы. С хорошей достоверностью (во всех случаях $R^2 > 0,999$) они линейны. Анализ показывает, что коэффициент пропорциональности в формулах, стремится к величине логарифма данного члена ОЗС: 1) $\ln 2 = 0,693$; 2) $\ln 1,62 = 0,481$; 3) $\ln 1,47 = 0,385$. В результате получаем предельную формулу F_m для всего ряда ОЗС: $F_m = n^m$.

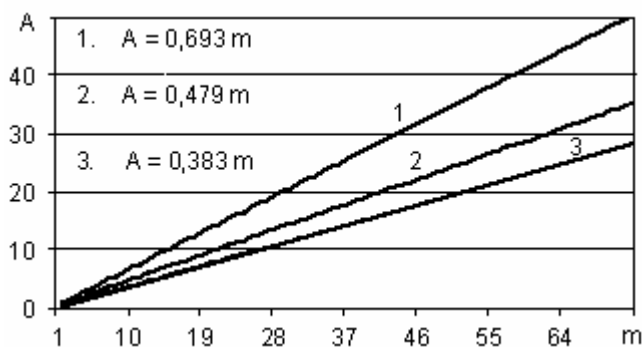


Рис. 7. Схематическая модель развития экогеосистем, близких к устойчивому равновесию (i – количество шагов (циклов); a – при $X = 0,616$; b – при $X = 0,61803$)

Заключение: Последовательности ОЗС и Фибоначчи отражают один из законов природы, касающийся структурирования и взаимодействия частиц в различных системах Мироздания, регламентирующий организацию пространственно-временных элементов в единое целое, и являются эффективными инструментами анализа экогеосистем. Сущностная разница между этими последовательностями состоит в том, что члены первой из них (ОЗС) соответствуют количеству элементов экогеосистем, второй – числу циклов развития. Несмотря на определенный мистический шлейф, тянущийся за этим законом с древних времен, когда его использовали жрецы и монахи в эзотерических практиках, он нисколько не таинственней и удивительней других объективно существующих законов природы. Он также до конца не распознаваем (собственно, именно он и указывает на невозможность окончательного познания Мира), но, в общем, поддается материалистическому истолкованию.

Литература

- 1) Коновалов А.А., Иванов С.Н. Климат, фитопродуктивность и палиноспектры: связи, распределение и методика палеорекопструкций. Новосибирск: Гео, 2007, 130 с.
- 2) Сороко Э.М. Структурная гармония систем, Минск: Наука и техника, 1984, 265 с.
- 3) Стахов А.П. Роль «Золотого Сечения» и «Математики Гармонии» в преодолении «стратегических ошибок» в развитии математики // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.14688, 12.01.2008
- 4) Ландшейдт Т. Космическая функция Золотого сечения // <http://astrologic.ru/library/golden.htm>
- 5) Бакумцев Н.И. XVII Международный научный симпозиум «ПЕРЕСТРОЙКА ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ЭКОНОМИКИ»-2008, Санкт-Петербург // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.14744, 21.03.2008.
- 6) Коновалов А.А., Арефьев С.П. О деформационной модели развития геосистем (на примере радиального роста древесных растений) // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2008. Вып. 9. С. 18-36.
- 7) Коновалов А.А., Казанцева М.Н. К обобщению наблюдений за параметрами древесных растений // Вестн. ТГУ. 2009. Вып.3. С. 200-208.
- 8) Карлстром Т.В. История оледенения Аляски и ее значение для теории палеоклимата // Солнечная активность и изменения климата. Л.: Гидрометеиздат, 1966. С. 119-177.
- 9) Коновалов А.А. К теории прочности мерзлого грунта. Криосфера Земли, 2009, т.ХШ, 1, с. 31-39.
- 10) Вялов С.С. Реология мерзлых грунтов. М.: Стройиздат, 2000, 464 с.
- 11) Шавлов А.В. Лед при структурных превращениях. Новосибирск: Наука, 1996, 188 с.
- 12) Будыко М.И. Климат и жизнь. Л.: Гидрометеиздат, 1971, 472 с.
- 13) Орлова В.В. Западная Сибирь. Л.: Гидрометеиздат, 1962, 360 с.
- 14) Физико-географический атлас Мира. Л.: Гидрометеиздат, 1964, 275 с.
- 15) Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высшая школа, 1991, 366 с.
- 16) Философский словарь. М.: Госполитиздат, 1981, 445 с.