

ОБОБЩЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ И ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ

1. Введение.

Эффективным способом обобщения экспериментальных данных является их нормализация, т.е. приведение к относительному (безразмерному) виду:

$$\varphi = (x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}), \quad (1)$$

или:

$$\varphi_c = 1 - \varphi = (x_{\max} - x) / (x_{\max} - x_{\min}) \quad (2)$$

где x , x_{\max} и x_{\min} – текущее, максимальное и минимальное размерное значение наблюдаемого параметра, причем часто $x_{\min} \approx 0$; φ и φ_c – его относительные величины.

С помощью (1) или (2) все множество переменных заключается в наглядно представимый интервал $0 \dots 1$ или $1 \dots 0$. Это сокращает объем фактических данных, необходимый для установления количественных связей между ними, позволяет корректно сравнивать разнородные величины и делает решение универсальным для большого класса задач. При этом раскрывается подобие систем разной природы и общие закономерности их развития.

Выражения (1) и (2) широко используются в технических науках при описании процессов и состояний в обобщенных переменных в качестве *критерия подобия симплексного* типа, представляющего собой отношение параметров одной размерности.

Цель исследования - разработать методику обобщения результатов наблюдений за природными системами разного генезиса с использованием формул (1) или (2), и продемонстрировать ее возможности и универсальный характер.

“При изучении наук примеры полезнее правил” (И.Ньютон [2]). В соответствии с этой максимой доказательная база предлагаемой методики в основном опирается на примеры ее реализации и их анализ. Рассмотрен, главным образом, количественный аспект функционирования разных систем. Подбор примеров и расчеты выполнены автором по фактическим результатам (в размерном виде), как собственных исследований, так и взятых из литературы. Графический вид связей параметров систем, их аппроксимации и достоверность (коэффициент детерминации) R^2 определены с помощью программы Excel.

Дихотомическая природа систем. Сумма $\varphi + \varphi_c = 1$, причем каждое слагаемое может увеличиваться (или уменьшаться) только за счет уменьшения (или увеличения) другого, противоположного. Т.е., это типичная дихотомия, воплощающая в себе закон единства и борьбы противоположностей, которая может служить образом (моделью) любой двухкомпонентной системы, к которой, как показывает практика, сводится взаимодействие частиц в любой системе. В большинстве случаев для установления закономерностей развития системы достаточно рассматривать взаимодействие только двух основных, наиболее влиятельных групп. Например: суши и моря (а не отдельных материков и морей), древесной и травянистой растительности (а не отдельных растений из их состава), тепла и холода, “левых” и “правых” партий и т.п. Геометрической интерпретацией двухкомпонентной модели является единичный отрезок, состоящий из двух частей: большей – доминанты φ и меньшей – субдоминанты $\varphi_c = 1 - \varphi$. Равновесие и максимальная устойчивость модели достигаются при делении отрезка в *золотом сечении* [3], когда соблюдается пропорция между целым и его частями:

$$1/\varphi = \varphi / (1 - \varphi) \quad (3)$$

Откуда:

$$\varphi^2 + \varphi - 1 = 0, \quad (4)$$

Положительный корень квадратного уравнения (4) $\varphi = -0,5 + (0,25 + 1)^{0,5} = 0,61803 \dots \approx 0,62$ или его обратная величина $1,61803 \dots \approx 1,62$ называется *золотым сечением* (ЗС). Это наиболее распространенное соотношение основных компонентов во многих системах мира,

обеспечивающее согласованность их взаимодействия (гармонию), устойчивость и длительное существование [14-16].

Но единичный отрезок делится на части и по множеству (q) других сечений [14-16]. Выражение пропорциональности его частей для общего случая, когда $0 < q < \infty$, имеет вид:

$$(1/\varphi)^q = \varphi/(1-\varphi) \quad (5)$$

Откуда:

$$\varphi^{q+1} + \varphi - 1 = \varphi^n + \varphi - 1 = 0, \quad (6)$$

а

$$n = q + 1 = \ln(1-\varphi) / \ln(\varphi), \quad (7)$$

где n – количество частей в единичном отрезке.

Для большей убедительности покажем другой, *физический* способ вывода выражения (6).

Физические системы не полностью заполнены веществом. Часть их емкости остается условно пустой, свободной. Условно потому, что на самом деле в ней обычно содержатся разреженные газы или жидкости, в которых “растворены” (взвешены) мельчайшие частицы твердого вещества. Их размеры, масса и время существования суммарно меньше одной частицы, принятой за элементарную, и не поддаются измерению. Эта внутренняя атмосфера сообщена с внешней и именно через нее осуществляется обмен энергией и массой между системой и внешней средой.

С помощью (1) выразим емкость системы и составляющие ее вещественную и условно свободную части в относительной форме:

$$1 = Y + \chi = Y + X^n, \quad (8)$$

где Y и $\chi = X^n$ – свободная и вещественная части емкости, n – количество элементов (субсистем, компонентов, частиц, ассоциаций прочносвязанных молекул и т.п.) в системе, X – среднее геометрическое из их числа (например в системе из n=3 элементов: 0,2; 0,3 и 0,5, $X = (0,2 \cdot 0,3 \cdot 0,5)^{0,333} = 0,31$, а $\chi = 0,31^3 = 0,03$).

Формула (8) отражает противостояние Y и $\chi = X^n$ – абстракций, под которыми можно понимать любые оппозиции, выраженные в относительном виде: связанную и свободную или кинетическую и потенциальную энергии, энтропию и негэнтропию, недостаточность и избыточность и т.п. При всех n с увеличением X величина Y уменьшается. Существуют точки, в которой они сравниваются: $Y=X=\varphi$. Очевидно, что в этих точках система устойчиво уравновешена (гармонизирована) с внешней средой и составляющими ее субсистемами и обладает максимальной долговечностью. С учетом $Y=X=\varphi$, формула (8) преобразуется в (6).

Величина $n = q + 1$ – количество частиц в системе отражает уровень доминирования. Значения $\varphi = \varphi_n$, характеризующие соотношение доминанты и субдоминанты, при разных *целых* n ≥ 1 , – *обобщенные золотые сечения* (ОЗС) по [14] приведены в табл. 1.

Таблица 1. Значения φ_n при разных целых n

n	φ_n	n	φ_n	n	φ_n	n	φ_n	n	φ_n	n	φ_n
1	0,5	4	0,7245	8	0,8117	11	0,8444	16	0,8773	20	0,8939
2	0,6180	5	0,7549	9	0,8243	12	0,8526	17	0,8819	23	0,9034
3	0,6823	6	0,7781	10	0,8351	14	0,8662	18	0,8862	27	0,9134

Формула (6) отражает замечательное свойство дробей, как частей (фракций) целого: большая часть φ единичного отрезка, состоящего из n частей, в степени n, равна разнице между единицей и φ . При этом n может быть любым числом от нуля до бесконечности. Поэтому под ОЗС следует понимать φ_n при любых n, включая дроби.

Каждая система представляет собой иерархию подобных друг другу меньших частиц, последовательно входящих в большие (что-то вроде *русских матрешек*). Величина n, отражает также и мерность системы. При n = 0 системы не существует; это состояние хаоса, когда частицы не связаны друг с другом. При n = 1 формула (6) *одномерна*; при n = 2 – *двухмерна*; при n = 3 –

трехмерна и т.д. Значение $n=2$ - наиболее распространенное, видимо потому, что все формообразующие поверхности разлагаются на плоские фрагменты и, кроме того, как показано в [8], многокомпонентные системы можно обобщить и с некоторой погрешностью свести к двухкомпонентной, представив ее как дихотомию доминантной компоненты и суммы остальных.

В реальных природных системах взаимодействие частиц очень сложно и лишь приближенно следует теории. Поэтому отношение субдоминанты к доминанте хотя и близко к золотым сечениям, но все же отличается от них, соответствуя не целым, а дробным n . Целые n характерны только для правильных геометрических фигур (линии, плоскости, куба...). Дробные n характеризуют фракталы с их сложными, ветвящимися по типу древесной кроны, подобными друг другу формами. Б. Мандельброт, введший понятие *фрактал* в научный оборот, дал ему довольно общее определение (по [5]): "... фракталом называется структура, состоящая из частей, которые в каком-то смысле подобны целому". Анализ показывает, что подобием частиц и целого обладают все системы, при выражении их параметров через относительные числа $0 < \varphi < 1$. И для каждого из них по формуле (8) можно найти уровень, определяемый количеством частиц n , на котором они приобретают свойства золотого сечения, обеспечивающих на этом уровне согласованное взаимодействие частиц (гармонию), равновесие и устойчивое развитие. Основным и достаточным признаком золотого сечения является равенство $\varphi + \varphi_c = 1$.

Систему доминанты и "разветвляющейся" субдоминанты, можно трактовать как фрактальное множество, а члены последовательности ОЗС (φ_n) – как фрактальные размерности или индексы доминирования. Причем $n = 1$ является центром логарифмической симметрии этой последовательности: значения φ , привязанные к n и к его обратной величине $1/n$, равны [7, 9]. Например, $\varphi_2 = \varphi_{0,5} = 0,62$; $\varphi_3 = \varphi_{0,33} = 0,68$, $\varphi_4 = \varphi_{0,25} = 0,72$ и т.д.

С увеличением n растет и количество контактов частиц - границ, являющихся концентраторами напряжений. Это места (экотоны, береговая и снеговая линии, межсезонья – весна и осень (утро и вечер), границы материковых плит, государств и этносов, фронт и т.п.) наиболее чувствительны к изменениям внешней среды и в наибольшей степени подвержены деформациям. Т.е. это участки системы, обладающие наименьшей устойчивостью и большей вероятностью развала ее на части и зарождения на их основе новых форм.

Об устойчивости, прочности и деформации. Чем меньше частиц в системе, тем меньше границ между ними, больше прочность их связей, устойчивость. Обратная величина числа частиц в системе $1/n = Z$, изменяющаяся от 1 до 0, может служить относительной мерой ее устойчивости. Устойчивости (порядку) противостоит неустойчивость (беспорядок), хаос: $X=1-Z$. Очевидно, что максимум устойчивости $Z=1$ и отсутствие хаоса $X=0$ достигается при $n = 1$, но в этом случае в подсистеме нет субъектов самоорганизации – свободных частиц. В результате этого утрачивается некая "квазизживая" сила, обеспечивающая способность системы к самоорганизации, под которой понимается согласованное (гармоническое) взаимодействие ее частиц, включающее самовосстановление параметров системы после неразрушительной деформации [7]. В механике аналогом этой силы является упругость, характеризующаяся модулем Юнга, равным напряжению, при котором линейный размер тела увеличивается вдвое [10]. Т.е. для развития нужна определенная доля хаоса, оптимум достигается при $X=Z=0,5$.

Монотонное линейное увеличение n можно соотнести с течением времени в жизненном цикле, в начале которого, от $n=1$ до $n = 2$, жизненная энергия растет, а при $n > 2$ падает. Соответственно, способность к самоорганизации, жизненная энергия, придающая любой системе сходство с "живой", появляется при $n > 1$, достигает максимума при $n = 2$ (ср. с модулем Юнга) и соответственно, $Z=X=0,5$ и $\varphi=0,62$, а с дальнейшим ростом n , убывает.

Графики зависимости перечисленных параметров от n показаны на рис.1. Значения φ , Z и X изменяющиеся в диапазоне $0...1$ для удобства обозначены одной буквой G ; горизонталь $G=0,5$ – это ось симметрии дихотомий, вертикаль $n = 2$ – ось симметрии "жизненного" цикла системы. Кривая - Ц, состоящая из двух отрезков: кривой X при $n=1...2$ и кривой Z при $n > 2$, может служить моделью протекания жизненного цикла системы, включающего два полуцикла:

становления ($X=Ц$ при $n=1\dots 2$) и деградации ($Z=Ц$ при $n>2$), заканчивающейся при $n=\infty$ полным разрушением. На рис.1 эта составная кривая выделена жирным шрифтом.

Из рис.1 следует, что *максимально согласованное, гармоническое, взаимодействие компонентов системы, с наибольшим потенциалом энергии развития (“жизненной силы”), наблюдается при $n=2$, когда $Z=X=0,5$, а $\varphi=0,62$.*

Обнаружена связь ОЗС (индексов доминирования) с относительной долговечностью твердых (“мерзлых”) тел, в частности мерзлых грунтов и льда [6,7], а через ее посредство с глобальными факторами:

$$(\tau_3 / \tau)^{j_{пл}} = \xi = (P / P_M), \quad (9)$$

где P – давление на мерзлое тело; P_M – максимальное давление, которое это тело может выдержать в течение элементарного времени; τ_3 - минимальный (элементарный) отрезок времени, принимаемый в данном опыте (в пределе $\tau_3 \approx 10^{-13}$ с – период тепловых колебаний атома); τ – долговечность (время до разрушения); $j_{пл} = 0,083$ – предельная деформация, равная относительному уменьшению объема льда при плавлении, совпадающая с частотой месячных оборотов Земли в годовом цикле ($1/12 = 0,083$; $30^\circ/360^\circ = 0,083$).

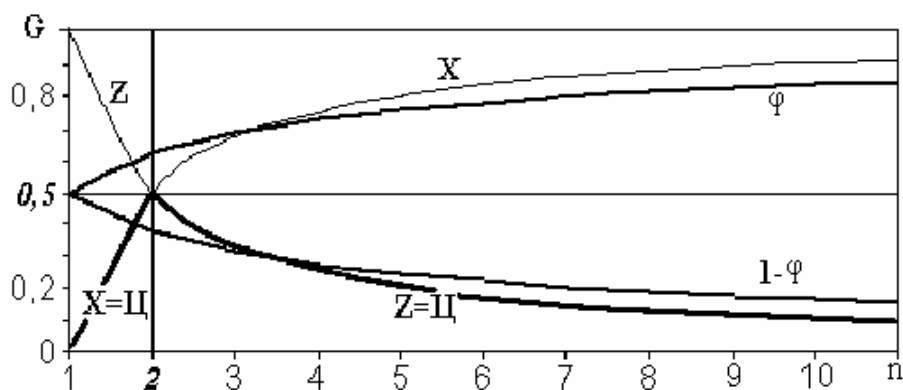


Рис.1. Зависимость G (φ , $1-\varphi$, Z, X и Ц) от n

В табл. 2 приведены: значения первых одиннадцати ОЗС, относительной долговечности τ / τ_3 и прочности $(\tau_3 / \tau)^{0,083} = \xi$, рассчитанные по формуле (9). Величины τ / τ_3 представлены последовательно, первый член которой равен 4380, второй в 12 раз меньше – 365, а начиная с третьего: $365/4^1=91$; $365/4^2=46$; $365/4^3=30$; $365/4^4=23$ и т.д. Ее инвариантом является $1/4$ орбиты вращательных циклов Земли, примерно 90° , совпадающая с длительностью основных фаз вращения (весна, лето, осень, зима или утро, день, вечер, ночь). Эти числа совпадают с календарными отрезками года, наиболее часто используемыми (*выделенными*) на практике: 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 и в сутках. При $\tau_3=1$ сутки эти же числа (4380, 365, 91...) соответствуют количеству суток: в 12 (11) годах (это, примерно, цикл солнечной активности Вольфа), в году, в квартале, в половине квартала, в месяце и в четверти квартала. Т.е. эти *выделенные* числа соответствуют с одной стороны последовательности целых чисел 1, 2, 3, 4..., с другой – последовательности ОЗС (φ_n).

Таблица 2. Значения φ_n , $D=\ln(\tau/\tau_3)$ и $\xi=(\tau_3/\tau)^{0,083} = (P/P_M)$

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	380	365	91	46	30	23	18	15	13	11	10
D	8,38	5,9	4,51	3,83	3,4	3,14	2,89	2,71	2,56	2,4	2,3
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 составляет сотые доли процента. Так как границы между частицами тела являются концентраторами напряжений и вакансиями разрушения, то увеличение их числа (увеличение n) сопровождается уменьшением прочности P/P_m и долговечности τ/τ_0 , как это и следует из табл.2. Таким образом, странное, на первый взгляд, совпадение ОЗС (индексов доминирования) с относительной прочностью мерзлого тела $\xi = (P/P_m)$ получает вполне материалистическое объяснение.

Проявление ОЗС при описании состояний. Свойства ЗС проявляются при оценке как стационарных (установившихся) состояний, так и процессов их установления. Первому случаю посвящена обширная литература [8, 10, 13-15 и др.]. В ней речь идет о соотношениях, описываемых простыми полиномами (4) или, реже (6), которые не учитывают постепенность установления наблюдаемых значений параметров. Т.е., значения Φ_n , рассчитанные по формулам (4) или (6), характеризуют предельные (конечные) состояния.

Приведем типичные примеры такого рода.

1. В табл.3 приведены площади воды и суши на Земле. Из нее видно, что распределение воды и суши на обоих полушариях и на Земном шаре в целом подчиняется пропорциям ОЗС. С точностью до процента в Северном полушарии соотношение этих оппозиций отвечает (см. табл.1) значению Φ_n при $n=2$, в Южном – $n=8$, в целом на Земле – $n=4$.

Таблица 3 Площадь (млн.км² и доли единицы - курсив) воды и суши на Земле [по Тимашеву, 1996]

Полушарие	Северное	Южное	Земной шар
Суша	100 <i>0,39</i>	49 <i>0,19</i>	149 <i>0,29</i>
Вода	155 <i>0,61</i>	205 <i>0,81</i>	361 <i>0,71</i>
Всего	255 <i>1</i>	255 <i>1</i>	510 <i>1</i>

2. Вода конденсируется из пара при его остывании ниже 100°C и переходит в лед при 0°C. “Путь” до достижения минимальной теплоемкости – плюс 37°C (отметим, что эта температура близка к температуре тела всех высших животных), при которой активность тепло- и массообмена максимальна, составляет 100-37=63°. Соотношения 63/100 = *0,63* и 37/100 = *0,37* примерно равны константам ЗС.

3. Основными показателями упругих свойств твердых материалов, являются модули продольной и поперечной (сдвиговой) деформаций – E и G . Их величины связаны со скоростью продольных волн в стержнях – $v_{пр} = (E/\rho)^{0,5}$ и поперечных (сдвиговых) волн в неограниченной среде $v_{сд} = (G/\rho)^{0,5}$ (где ρ – плотность материала), возникающих при динамических нагрузках и распространяющихся со скоростью звука. Из сравнения этих формул получаем выражение $G/E = (v_{сд}/v_{пр})^2$, которое по смыслу и величине близко к коэффициенту Пуассона. В сейсмологии упругость земной коры оценивается по скорости продольных и поперечных волн в неограниченной среде – $v_{пр.н}$ и $v_{сд}$.

В табл.4 приведены значения $v_{сд}$, $v_{пр}$, $v_{пр.н}$ для разных материалов [10], а также величины их отношений. Как видим, последние очень близки к пропорциям ОЗС: $v_{сд}/v_{пр}$ и G/E к $\Phi_2 = 0,62$ и $1 - \Phi_2 = 0,38$, а $v_{сд}/v_{пр.н}$ к $\Phi_1 = 0,5$.

Таблица 4. Соотношения скорости поперечных (сдвиговых) и продольных волн и модулей упругости в твердых телах, а также в Земле на глубинах: 1 – 33 км, 2 – 200 и 3 – 2000 км

Материал	$v_{сд.н}$	$v_{пр}$	$v_{пр.н}$	$v_{сд.н}/v_{пр}$	G/E	$v_{сд.н}/v_{пр.н}$
Лед	199	328	398	0,61	0,37	0,5
Железо	323	517	585	0,62	0,38	0,55
Медь	226	371	470	0,61	0,37	0,48
Никель	296	479	563	0,62	0,38	0,52
Олово	167	273	332	0,61	0,37	0,5
Цинк	241	381	417	0,63	0,40	0,58
Фарфор	312	488	534	0,64	0,41	0,58
Земля 1	463	-	818	-	-	0,57
Земля 2	463	-	829	-	-	0,56
Земля 3	693	-	1279	-	-	0,54

Индексы доминирования (ОЗС) в природных процессах. Несмотря на обширную литературу, широкое признание и даже популярность феномена ОЗС, формулы вида (4) или (6) на самом деле имеют ограниченное применение. Как уже отмечалось, они описывают только отдельные (конечные) состояния - φ_n , а не весь процесс их достижения. Автором эмпирически установлено [7], что для описания процесса развития природных систем также подходит полином n -й степени, типа (6), или чаще (4) усложненный коэффициентами A и B , отвечающими за изменение параметров:

$$j_y = A \cdot j_x^2 + B \cdot j_x, \approx A \cdot j_x^2 + (1-A) \cdot j_x, \quad (10)$$

где j_x и j_y – аргумент и функция переменных, выраженных с помощью формул (1) или (2) в относительном виде, изменяющиеся как и φ , в диапазоне $0 \dots 1$.

Для ускоряющихся процессов, развивающихся по вогнутой кривой, $A \approx \varphi_n$; для затухающих, развивающихся по выпуклой кривой $A \approx -\varphi_n$; в обоих случаях $B \approx 1-A$

В предельном состоянии, когда $j_t = j_t = 1$, формула (10) превращается в формулу (4).

Достаточно хорошее совпадение с фактическими данными дает также формула степенного вида с показателем степени:

$$j_y = j_x^z \quad (11)$$

Причем у вогнутых кривых $z = 1 + \varphi_n$, у выпуклых $z = \varphi_n$

Степенные формулы типа (11) сводятся к линейным общего вида $\ln(y) = z \ln(x)$. Поэтому, несмотря на меньшую точность по сравнению с полиномиальными, они удобней для расчетов и экономичней, так как для определения неизвестного z достаточно знать всего одну любую пару соответственных размерных значений y и x , тогда $z = \ln(y) / \ln(x)$.

Таблица 5. Зависимость j_y от j_x в полиномиальных (п) и степенных (с) формулах при n , равных 0; 2; 7 и ∞ для вогнутых кривых.

j_x	$j_{y.п(0)}$	$j_{y.с(0)}$	$j_{y.п(2)}$	$j_{y.с(2)}$	$j_{y.п(7)}$	$j_{y.с(7)}$	$j_{y.п(\infty)}$	$j_{y.с(\infty)}$
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,2	0,2	0,2	0,1	0,07	0,07	0,06	0,04	0,04
0,4	0,4	0,4	0,25	0,23	0,21	0,19	0,16	0,16
0,6	0,6	0,6	0,45	0,44	0,41	0,4	0,36	0,36
0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,67	0,67	0,64	0,64
1	1	1	1	1	1	1	1	1

Сходимость результатов счета по формулам (10) и (11) более актуальна для вогнутых кривых. Это видно из **табл. 5**, в которой приведены результаты расчетов по этим формулам, представленным нормализованными функциями j_y (j_x). Максимальная погрешность степенного приближения наблюдается при $n=7$, она равна 10%. У выпуклых кривых разница между результатами расчетов по полиномиальным и степенным формулам больше, при $n=7$ она равна 22%. В то же время выражения выпуклых кривых - это обратные выражения вогнутых. И ничто не препятствует выпуклую кривую превратить в вогнутую, поменяв местами оси x и y либо нормализовав размерные параметры по формуле (2), а не по формуле (1).

Другими авторами проявление ОЗС в процессах не рассматривалось. Приведем его примеры.

1. Газогидраты – льдоподобные образования, широко распространенные в холодных зонах Земли – в толще вечной мерзлоты и под океаническим дном. При понижении давления они разлагаются на газ и воду. Если температура среды $T < 273$ К, эта вода начинает замерзать, но сначала она должна пройти стадию переохлаждения. Опытным путем найдена количественная связь равновесных (метастабильных) значений температуры и давления переохлажденной воды на поверхности газогидратов []. Температура в опытах изменялась от 253,2 до 272,3 К у газогидрата метана и от 264,3 до 272,2 К у газогидрата пропана; давление (P): от 0,39 до 2,34 МПа у газогидрата метана и от 0,025 до 1,41 МПа у газогидрата пропана. По этим данным с помощью формулы (1) размерные температуры и давления переведены в относительные j_p и j_T . На **рис. 2** показана связь между j_p и j_T ; значки – фактические j_p для газогидратов метана-1 и пропана-2; кривая *a* – их аппроксимация вида (10) с $A = \varphi = 0,8$. Кривая *b* – расчет по степенной формуле ОЗС вида (11). Обе формулы дают сходные результаты, причем $z = A + 1$. По формуле (7) определим уровень упорядоченности этой системы (порядковый номер ОЗС), он дробный: $n = 7,2$.

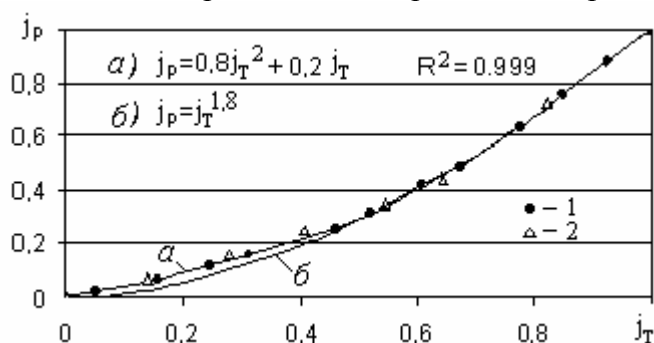


Рис. 2. Зависимость j_p от j_T (пояснения в тексте).

2. На **рис. 3** приведены графики хода относительной деформации мерзлой супеси при одноосном сжатии. Исходные данные для его построения - результаты испытаний мерзлой супеси на одноосное сжатие при разных температурах ($t, ^\circ\text{C}$) и давлениях (P , МПа): $t = -20$, $P_1 = 6,8$, $P_2 = 6$ [4] – вариант *a*; и $t = -4,5$, $P_3 = 0,7$, $P_4 = 0,6$ [13] – вариант *b*. В качестве максимума и минимума деформации (j_c , доли ед), которые подставлялись в формулу (1), приняты: **1)** $12,5 \cdot 10^{-2}$ и $7,4 \cdot 10^{-2}$ – при $P_1 = 6,8$ МПа; **2)** $8 \cdot 10^{-2}$ и $4,8 \cdot 10^{-2}$ – при $P_2 = 6$ МПа; **3)** $2,48 \cdot 10^{-3}$ и $1,9 \cdot 10^{-3}$ – при $P_3 = 0,7$ МПа; **4)** $1,8 \cdot 10^{-3}$ и $1,5 \cdot 10^{-3}$ – при $P_4 = 0,6$ МПа; максимум и минимум времени (τ , час) - 12 и 1. Таким образом, все опыты разбиты на четыре серии: 1 и 2 в варианте *a*; 3 и 4 в варианте *b*. Результаты расчетов представлены на рис.3 в виде графиков хода относительной деформации j_c в относительном времени j_τ . Величины j_c и j_τ рассчитывались по формуле (1). Значки – экспериментальные данные, кривая *a* рассчитана по степенной формуле (11) при $z = 0,62$, кривая *b* – по полиномиальной формуле (10) при $A = -0,62$.

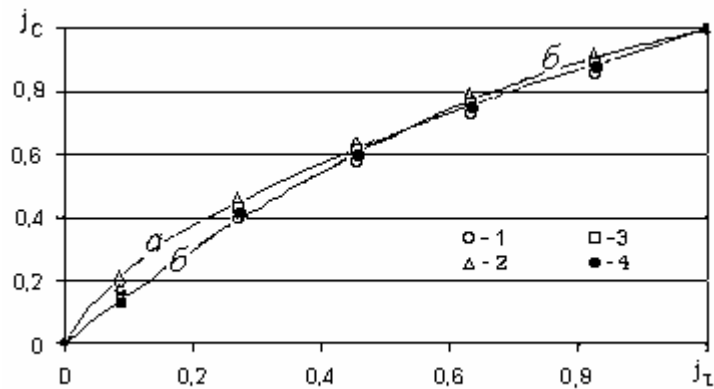


Рис. 3. Ход относительной деформации мерзлой супеси при одноосном сжатии j_c в относительном времени j_t при разных температурах и давлениях, 1...4 – обозначения серий опытов (пояснения в тексте),

График показывает хорошую сходимость фактических значений j_c с вычисленными по обоим формулам.

3. В [4] помещен объединенный график зависимости предельно-длительной прочности смерзания глинистых пылеватых грунтов с фундаментом от температуры по результатам экспериментов российских и американских исследователей, выполненных в разных условиях (разные грунты, температуры, материал фундамента, способы его погружения). Диапазоны изменения температуры: 0 – -6 °С, прочности смерзания: 0 – 0,3 МПа. Экспериментальные точки на этом графике располагаются достаточно тесно. На **рис. 4** приведен график зависимости максимальной -1 и минимальной -2 значений относительной длительной прочности смерзания $j_{пс}$ от относительной температуры j_t . Величины $j_{пс}$ и j_t вычислены по формуле (1); кривая *a* построена по формуле (11) при $z=0,62$, кривая *б* – по формуле (10) при $A=-0,62$.

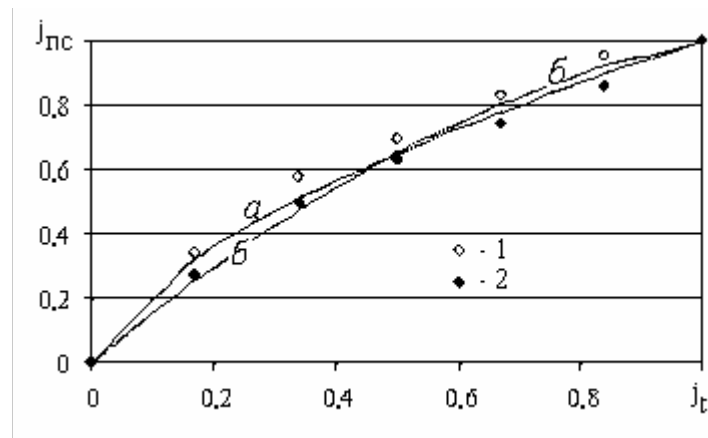


Рис. 4. Зависимость прочности смерзания глинистых грунтов $j_{пс}$ от температуры j_t в безразмерном виде (пояснения в тексте)

Как видим, безразмерные формулы зависимостей j_c от j_t и $j_{пс}$ от j_t практически идентичны. Их специфика отражается в размерных величинах этих параметров. В обоих случаях численные коэффициенты формул равны 3С.

4. В [7] показана идентичность зависимости относительной температуры кристаллизации воды $j_t = t / t_э$ от относительного давления $j_p = P / P_э$ и концентрации солей в водных растворах $j_k = K / K_э$, содержащихся в порах горных пород, где $t_э$, $P_э$ и $K_э$ – эвтектические значения температуры, давления и концентрации солей, в данном контексте имеющие смысл максимальных величин в формуле (1). На **рис. 5** представлены график и степенная формула этой зависимости.

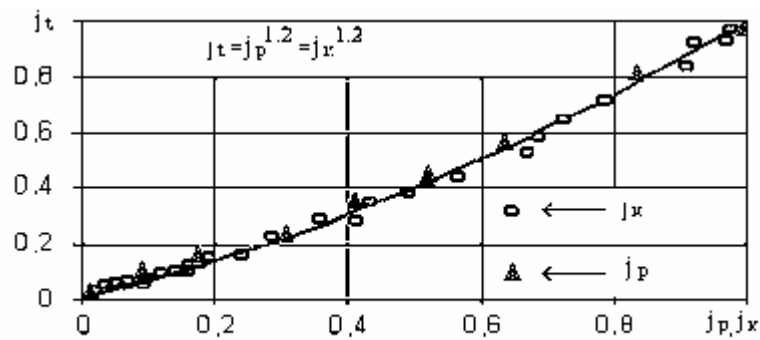


Рис. 5. Зависимость j_t от j_p и от j_k

Согласно пояснениям к формулам (10) и (11), показатель степени 1,2 в формуле на графике является членом ряда ОЗС, величина которого $\varphi = 0,2$, а зависимость j_t от j_p или от j_k можно записать и в степенном $j_t = j_p^{1,2}$, и в полиномиальном $j_t = 0,2 j_p^2 + 0,8 j_p$ виде.

Графики этих уравнений практически сливаются, поэтому сравнение расчетов по ним сделаем в числовой форме – табл. 6. Сопоставимость результатов - высокая.

Таблица 6. Расчет j_t по степенной - I и полиномиальной - II формулам.

j_p	0	0,25	0,5	0,75	1
j_t - I	0	0,19	0,44	0,71	1
j_t - II	0	0,21	0,45	0,71	1

Сравнение графиков на рис.2 и 5, показывает, что температуры переохлаждения по-разному зависят от давления, первые при повышении давления понижаются, вторые – повышаются.

Анализ показал, что предлагаемая методика обобщения данных наблюдений пригодна для различных систем – климатических, биологических, технических и др.[6, 7]. Здесь для подтверждения ее универсальности приведем еще два примера, относящиеся к лесоведению и медицине.

5. В [1] исследована зависимость продукции (Pr) сосняка от возраста (τ) в Приангарье. Размерные максимумы этих параметров: Pr = 8,6 %, $\tau = 115$ лет, минимумы: Pr = 0,8 %, $\tau = 15$ лет. Безразмерные значения j_t и j_{pr} на рис. 5а рассчитаны по формуле (1), а на рис.5б по формуле (2). При этом выпуклая кривая на рис.5а превращается в вогнутую, при описании которой полиномиальная и степенная формулы, как отмечалось выше, дают близкие результаты.

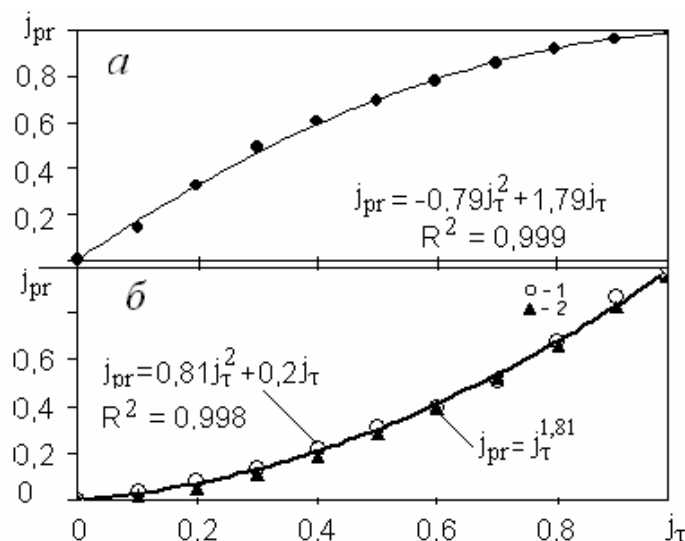


Рис.6. Графики и формулы зависимости j_{pr} от j_τ (пояснения в тексте)

6. В [17] исследована зависимость числа заболеваний деменцией (болезнь Альцгеймера) пожилых людей 67 – 92 лет от возраста. Количество заболевших менялось с возрастом от 3000 до 69000 человеко-лет. Как и раньше, используя эти цифры, по формуле (1) определены относительные числа больных j_B и возраста j_6 , построен график функции $j_6(j_B)$ и найдены ее аппроксимации, отвечающие параметрам ОЗС – **рис.7.**

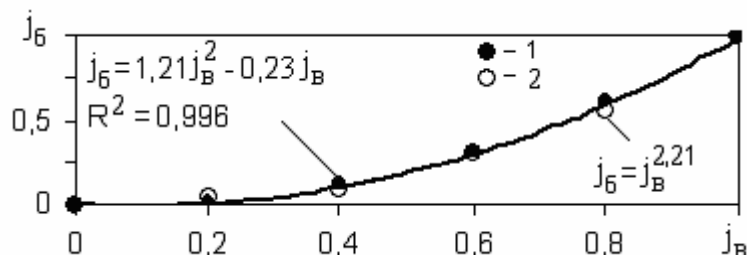


Рис.7. График зависимости j_6 от j_B и его полиномиальная -1 и степенная - 2 аппроксимации

Заключение. Формулы взаимосвязей параметров природных систем, выраженных в относительных величинах, в большинстве случаев имеют полиномиальный или степенной вид, а их численные коэффициенты равны константам ОЗС. Т.е., можно говорить об универсальности предлагаемых моделей и достаточно общих закономерностях взаимосвязей параметров природных систем, проявляющихся через ОЗС. Приведенные примеры показывают, что предлагаемая методика может служить междисциплинарным инструментом для обобщения и выявления общего в разных природных системах.

Литература

1. Артемьева, А. В., Бузыкин, А. И. и др. Оценка продуктивности древостоя // Факторы продуктивности леса. Новосибирск: Наука, 1989 – С. 129-146.
2. Афоризмы И. Ньютона [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://aphorism-citation.ru/index/0-104>
3. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. М.: Наука, 1980.975 с
4. Вялов С.С. Реология мерзлых грунтов. М.: Стройиздат, 2000, 464 с.
5. Гелашвили Д.Б. и др. Основы мультифрактального анализа видовой структуры сообщества // Успехи современной биологии. 2008. Т. 128, № 1. С. 21-34.
6. Коновалов А.А. О деформации и разрушении мерзлых грунтов // Криология Земли, 4. 2002, с. 54-62.
7. Коновалов, А. А. Деформационная модель развития экогеосистем // Новосибирск: "Гео". 2011. – 146 с
8. Коновалов А.А., Иванов С.Н. Реконструкция истории климата по групповым палиноспектрам (на примере Западной Сибири). Saarbrucken, Germany, Palmarium Academic Publishing, 2012. 119 с.
9. Коновалов А.А. Золотое сечение как показатель устойчивости взаимосвязей компонентов систем // Современные аспекты математики гармонии и ее применение в экономике, естествознании, технологии, социуме и образовании. Одесса: Институт креативных технологий, 2011. - С. 257-265
10. Кошкин Н.И., Ширкевич М.Г. Справочник по элементарной физике. М.: Наука, 1974. - 255 с.
11. Ландшейдт Т. "Космическая функция золотого сечения" [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://astrologic.ru/library/golden.htm>
12. Решетников А.М. Экспериментальное изучение метастабильных состояний при диссоциации газовых гидратов ниже температуры 273 К. Дисс. на соиск. уч. ст. канд. тех. наук, ИКЗ СО РАН, Тюмень, 2010, 123 с.

13. Роман Л.Т. Мерзлые торфяные грунты как основания инженерных сооружений. Новосибирск: Наука, 1987. 193 с.
14. Сороко Э.М. Структурная гармония систем // Минск: Наука и техника, 1984 –265 с.
15. Стахов, А. П. Введение в алгоритмическую теорию измерения. М.: Советское Радио, 1977. – 288 с.
16. Стахов, А. П. Коды золотой пропорции. М.: Радио и связь, 1984. –152 с.
17. Bermejo-Pareja F, Benito-León J, Vega S at all (2008). «Incidence and subtypes of dementia in three elderly populations of central Spain». *J. Neurol. Sci.* 264, p. 63–72.