

Закономерности функционирования природных систем

Обсуждаются общие закономерности функционирования природных систем и методология количественного анализа взаимосвязи их компонентов. Показана их связь с вращательными циклами Земли. Разработана методика выявления количественных связей между параметрами природных систем. Приведены примеры их оценки. Показан преимущественно полиномиальный или степенной характер этих связей, причем численные коэффициенты расчетных формул близки к пропорциям золотого сечения. Предлагаемая методика может служить междисциплинарным средством обобщения и выявления общего в системах разной природы. Для географов, геокриологов, биологов, экологов и других специалистов, интересующихся природными системами, их структурой и количественными закономерностями их функционирования, а также студентов и аспирантов этих специальностей.



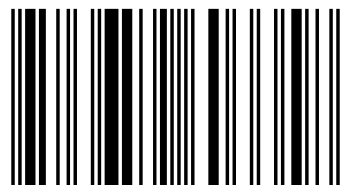
Александр Александрович Коновалов

Закономерности функционирования природных систем

Методика обобщения экспериментальных исследований



Коновалов Александр Александрович, геокриолог, географ, специализируется в области физики и механики мерзлых грунтов, теории развития природных систем. Доктор технических наук, кандидат географических наук. Главный научный сотрудник Института проблем освоения Севера СО РАН, профессор Тюменского нефтегазового университета, Россия.



978-3-659-60335-8


Palmarium
academic publishing

Александр Александрович Коновалов
Закономерности функционирования природных систем

Александр Александрович Коновалов

**Закономерности
функционирования природных
систем**

**Методика обобщения экспериментальных
исследований**

Palmarium Academic Publishing

Impressum / Выходные данные

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Alle in diesem Buch genannten Marken und Produktnamen unterliegen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz bzw. sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Inhaber. Die Wiedergabe von Marken, Produktnamen, Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen u.s.w. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Библиографическая информация, изданная Немецкой Национальной Библиотекой. Немецкая Национальная Библиотека включает данную публикацию в Немецкий Книжный Каталог; с подробными библиографическими данными можно ознакомиться в Интернете по адресу <http://dnb.d-nb.de>.

Любые названия марок и брендов, упомянутые в этой книге, принадлежат торговой марке, бренду или запатентованы и являются брендами соответствующих правообладателей. Использование названий брендов, названий товаров, торговых марок, описаний товаров, общих имён, и т.д. даже без точного упоминания в этой работе не является основанием того, что данные названия можно считать незарегистрированными под каким-либо брендом и не защищены законом о брендах и их можно использовать всем без ограничений.

Coverbild / Изображение на обложке предоставлено: www.ingimage.com

Verlag / Издатель:

Palmarium Academic Publishing

ist ein Imprint der / является торговой маркой

OmniScriptum GmbH & Co. KG

Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Deutschland / Германия

Email / электронная почта: info@palmarium-publishing.ru

Herstellung: siehe letzte Seite /

Напечатано: см. последнюю страницу

ISBN: 978-3-659-60335-8

Copyright / АВТОРСКОЕ ПРАВО © 2015 OmniScriptum GmbH & Co. KG

Alle Rechte vorbehalten. / Все права защищены. Saarbrücken 2015

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

А.А Коновалов

*Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень, ул. Володарского, 38, Konov7@rambler.ru
Институт проблем освоения Севера СО РАН, 625003, Тюмень, а/я 2774*

Аннотация. Обсуждаются общие закономерности функционирования природных систем и методология количественного анализа взаимосвязи их компонентов. Показана их связь с вращательными циклами Земли. Разработана методика выявления количественных связей между наблюдаемыми параметрами систем разной природы. Приведены примеры их оценки. Показан преимущественно полиномиальный или степенной характер этих связей, причем численные коэффициенты расчетных формул близки к пропорциям золотого сечения. Предлагаемая методика может служить междисциплинарным средством обобщения и выявления общего в системах разной природы.

Для географов, геокриологов, биологов, экологов и других специалистов, интересующихся природными системами, их структурой и количественными закономерностями их функционирования, а также студентов и аспирантов этих специальностей.

1. ВВЕДЕНИЕ.

Эффективным способом обобщения параметров природных систем является их нормализация, т.е. приведение к относительному виду:

$$\varphi = (x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}), \quad (1.1)$$

или:

$$\varphi_c = 1 - \varphi = (x_{\max} - x) / (x_{\max} - x_{\min}) \quad (1.2)$$

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

С помощью этих формул 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 разного генезиса и общие закономерности их развития.

Выражения (1.1) и (1.2) широко используются в технических науках при описании процессов и состояний в обобщенных переменных в качестве критериев подобия симплексного типа, представляющих собой отношения параметров одной размерности.

Цель исследования - разработать методику обобщения результатов наблюдений за природными системами различного генезиса с использованием формул (1.1) или (1.2), и продемонстрировать ее возможности и универсальный характер.

“При изучении наук примеры полезнее правил” (И.Ньютон). 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.

2. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ.

Стадийность и цикличность развития. Общим свойством функционирования земных систем (экогеосистем) любого типа и ранга

является спиралеобразная цикличность, характеризующаяся повторяемостью в каждом цикле участков подъема и спада, составным (иерархическим) характером циклов и их затуханием во времени. Каждая из них появилась и развивается за счет вещества и энергии предыдущих, проходя в развитии четыре возрастные стадии (фазы), обусловленные вращением Земли: три явные (светлые, теплые) и одну неявную (темную, холодную). Первую стадию можно сопоставить с весной в годовом цикле или утром в суточном (ювенальной фазой), вторая – с летом или днем (зрелостью), третья – с осенью или вечером (старостью) и четвертая – с зимой или ночью (сном) [12, 13].

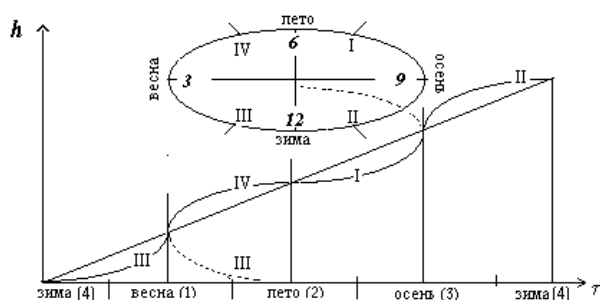


Рис. 2.1. Схематический вид траектории развития (I-IV – номера тактов, 1-4 – номера стадий, h - вертикальная проекция развертки, τ -время)

Сказанное иллюстрируется рис. 2.1, на котором изображена развертка орбиты вращения Земли вокруг Солнца; примерно такой же вид имеют развертки орбит вращения Земли вокруг своей оси и Луны вокруг Земли. В повторяющихся циклах центры 1-й и 2-й стадий, а также 3-й и 4-й, соединяются линиями (тактами) затухающего вида; центры 2-й и 3-й, а также 4-й и 1-й – тактами возрастающего вида. Эти четыре такта объединяются в два полупериода: подъема (становления – от середины 4-й стадии до середины 2-й) и спада (деградации - от середины 2-й стадии до середины 4-й).

Можно делить орбиту и иначе: на теплый (верхняя половина орбиты) и холодный полупериоды. Аналогичные стадии - четверти месяца (недели) и полупериоды - подъем от новолуния до полнолуния и спад от полнолуния до новолуния, выделяются и на лунной орбите. На вертикальной оси графика на рис. 2.1 отложен временной ход вертикальной составляющей развертки орбитального движения. Его можно трактовать и как относительную работу по вертикальному перемещению h планеты весом P , которая равна относительной деформации: $Ph/Ph_2 = h/h_2 = j$, где h_2 – годовая величина h .

Таким образом, вращательный механизм мегасистемы Солнце-Земля-Луна – это своего рода четырехтактный двигатель, побуждающий круговращение энергии и определяющий циклический характер существования земных систем любой природы, размерности и ранга.

Эволюционный (“жизненный”) цикл экогеосистем, представляющий собой генерализованную совокупность ее разнородных и разнопериодных колебаний (флуктуаций), подобен основным вращательным циклам Земли – годовому, суточному и месячному и инициируется ими, проходя, как и составляющие его колебания те же стадии и периоды развития. Но в отличие от орбитального движения он имеет начало и конец – формально из-за разрыва круговой орбиты между тактами II и III (“зимой”, в 4-й стадии – рис. 2.1) и развертывания ее в наклонную волнистую линию. На земной орбите эти моменты соответствуют началу “весны” и концу “осени”. Середины этих стадий на развертке орбиты – точки бифуркации, в окрестностях которых скорость развития (“весной”) и деградации (“осенью”) системы стремится к своему максимуму, и либо погибает при достижении этой скорости, либо меняет свой вектор и выходит на новый виток развития.

Кроме вынужденных колебаний экогеосистемы претерпевают и собственные колебания, вызванные “столкновениями” их частей (частиц) и упругими свойствами. Упругость (обратимость)- способность системы

восстанавливаться, проявляется в ответ на внешнее не катастрофическое воздействие, зачастую с опозданием и опосредованно, и утрачивается со временем. Именно упругость ответственна за саморазвитие, понимаемое как повторяемость, циклическая последовательность стадий развития экогеосистемы.

Каждое столкновение, воздействие (первый толчок инициируется извне) производит серию затухающих колебаний, постепенно возвращающих систему в равновесное состояние. Отмечается уменьшение со временем длительности геологических эр, теплых и холодных эпох, регрессий и трансгрессий моря, сокращение периодов колебания населения Земли и исторических событий [12, 13].

Образующиеся и развивающиеся при постоянных колебаниях внешних, прежде всего климатических, условий природные системы разного генезиса, состава и ранга имеют слоистую структуру, отражающую эти колебания и их последовательность особенностями морфологии слоев, их наполнением и физико-химическими свойствами. Такая "регистрирующая" внешние условия и время, слоистость [6] обнаруживается как в неживых системах: в геологических и почвенно-грунтовых разрезах, в теле ледника, в археологических раскопах, в палинологических спектрах..., так и в живых: в костях млекопитающих, в кораллах, в чешуе рыб, на поперечных срезах деревьев... Каждый такой слой можно рассматривать как единичное приращение (деформацию) системы, материальное воплощение определенного цикла колебаний внешних условий, как его вещественный эквивалент.

Шкалы и регулярность циклов, связь с золотым сечением. За синодический месяц (примерно 30 суток), происходит около 30 оборотов Земли вокруг своей оси и $30 \cdot 2 = 60$ оборотов приливной волны с максимумами в новолуние и полнолуние; за год – все в 12 раз больше. [10]. Из этого

следует, что двойной приливной (механический) цикл примерно подобен солярным (энергетическим) - годовому и суточному с коэффициентом подобия 12, а суммарный приход солнечной энергии и работа приливной волны соотносятся как энергия упругости и ее работа в законе Гука: $30/60 = 1/2$ [17].

Кроме того, число 30 – количество оборотов Земли вокруг своей оси за месяц, комбинируется из числа 12 (1 месяц = 30 суток $\approx \ln 12^{12}$ суток $\approx 24 \ln 12^{12}$ час). В то же время, величина $12^{12} \approx 10^{13}$ – это и средняя частота тепловых колебаний атомов в секунду. Таким образом, через число 30 $\approx \ln 12^{12}$ прослеживается связь между колебаниями в макро – и микросистемах Земли: месячный цикл - 30 оборотов Земли вокруг своей оси равен логарифму атомного - тоже 30 колебаний около своего среднего положения за секунду, но в логарифмическом масштабе.

В 30 сутках 720 часов, следовательно, $\ln 12$ в часовом выражении месяца соответствует $720/12=60$ часам. Для удобства дальнейших рассуждений введем условную единицу времени - 60 час $\approx 24 \ln 12$ час = $Sч$. Она является точкой пересечения двух временных шкал, которыми мы фактически пользуемся: 1) *месячной* с делениями: $Sч$; $12 Sч = 1$ мес.; 12 мес = 1 год (следующим членом этого ряда с некоторой натяжкой можно считать 11 (12) - летний цикл солнечной активности) и 2) *часовой* с делениями: $Sч$; $Sч/60 = 1$ час; 1 час/60 = 1 мин; 1 мин/60 = 1 сек. Отношение коэффициентов этих числовых последовательностей $60/12=5$. Отметим также, что в 60 часах содержится $60/12 = 5$ приливных циклов (в сутках их два).

Началом (минимумом) обеих шкал, календарной и часовой, можно положить период тепловых колебаний атома $\tau_a = 10^{-13} \approx 12^{-12}$ с. Переход от $Sч = 60$ час = 216000 с к τ_a на шкалах с коэффициентами (ценой деления шкал) 12 и 60 осуществляется по формулам: $\tau_a \approx Sч / 12^{16,9}$ и $\tau_a \approx Sч / 60^{10,3}$. $\text{Exp}(16,9/10,3) = 5$, как и отношение цен деления рассмотренных шкал $60/12=5$.

Кроме явно выраженных суточного, месячного и годового природных ритмов, установлены 11 и 22-23-летние колебания солнечной активности – циклы Вольфа и Хейла [32]. Они вызывают возмущение магнитного поля Земли и циркуляции атмосферы и, вследствие этого - колебания поступления тепла и влаги. Следующим в этом ряду является цикл Брикнера. Он не так четко выражен, как первые два цикла. Его период колеблется в пределах 25...50 лет, а в среднем равен 35 годам. А.Л.Чижевский [33] первым подметил совмещенность пиков солнечной активности с землетрясениями и извержениями вулканов, а также вспышками инфекционных заболеваний (холеры, чумы, гриппа...) и социальными катаклизмами (революциями и войнами). Он показал, что наиболее значимые исторические события повторяются примерно через 100 лет, а внутри каждого столетия наблюдается около девяти периодов с разной степенью общественной напряженности, примерно совпадающими с 11- летними циклами солнечной активности. Отмечают и более продолжительные циклы, с периодами до десятков и сотен тысяч лет, вплоть до максимальных – геологических, с периодом 165–200 млн лет и больше. Их объясняют колебаниями эксцентриситета земной орбиты под влиянием соседних планет, движением планет солнечной системы по галактической орбите (период обращения 240–250 млн лет) и увязывают с чередованиями ледниковых и межледниковых эпох и циклами орогенеза [32]. Все приведенные цифры верны лишь приближенно, "в среднем". Характеристики земной и лунной орбит непрерывно изменяются под воздействием других планет, колебаний их взаимного расположения и сил притяжения. Эти воздействия, накладываясь друг на друга, затушевывают четкость ритмов и затрудняют вычленение элементарного времени - инварианта, кратно, без остатка, входящего в периоды всех циклов, связанных с вращением Земли.

Икосаэдро - додекаэдрическая симметрия. Интересно, что иерархия главных вращательных циклов Земли, их совокупности и временные численные константы: 12, 24, 30, 60 совпадают с количественными показателями основных элементов правильных многогранников – с числом входящих в них углов и ребер, т.е. геометрически представимы. Как известно, существует всего пять правильных многогранников: I) тетраэдр; II) куб; III) октаэдр; IV) додекаэдр и V) икосаэдр. В табл. 2.1 приведены суммы геометрических элементов, составляющих эти фигуры – граней (a), углов в каждой грани (b), углов во всех гранях (ab), ребер (v), вершин (z), ребер в каждой вершине (d), ребер во всех вершинах (zd), а также тангенсы половины угла (α) между гранями.

Таблица 2.1. Элементы правильных многогранников

№	A	b	ab	v	z	d	zd	$\text{tg}(\alpha/2)$
I	4	3	12	6	4	3	12	1,41
II	6	4	24	12	8	3	24	1
III	8	3	24	12	6	4	24	0,71
IV	12	5	60	30	20	3	60	0,618
V	20	3	60	30	12	5	60	0,382

Количество граней (a) в додекаэдре, как и количество вершин (z) в икосаэдре, совпадает с количеством месяцев в году, а количество ребер (v) в обеих фигурах – с количеством суток в месяце. В свою очередь, общее количество углов (ab) и ребер в вершинах (zd) фигур в ряду I-V соответствует численным показателям вращательных циклов Земли: 12; $12 \cdot 2=24$; $30 \cdot 2=60$ (или $12 \cdot 5=60$). Отметим также соответствие числа углов в грани додекаэдра ($b=5$), как и ребер в вершине икосаэдра ($d=5$), отношению коэффициентов разрядности двух шкал, выделенных выше на оси времени - $60/12=5$. Число 5 связывает додекаэдр и икосаэдр с “золотым” сечением

(ЗС). через посредство тригонометрической и алгебраической формул ЗС: $0,618=1/(2\cos \pi/5)$ и $0,618=2/(1+\sqrt{5})$, а тангенсы половинных углов между гранями этих фигур равны его большей (0,618) и меньшей (0,382) константам (подробней о ЗС ниже).

Черты икосаэдро - додекаэдрической симметрии обнаруживаются в строении земного шара. Ребрам соответствуют срединно-океанические хребты, разломы, активные сейсмические зоны, граням – устойчивые платформенные блоки континентальной коры, а узлам – кольцевые структуры, где находятся центры аномалий магнитного поля, атмосферного давления, гигантских океанических и воздушных завихрений, крупнейшие месторождения полезных ископаемых и зоны крупнейших катастроф. Всего таких узлов 12, они расположены симметрично относительно экватора: пять выше него, пять ниже, перекрестно друг к другу, примерно через каждые 72° , образуя волнообразный круг, еще два – на Северном и Южном полюсах [16]. В частности, печально знаменитый Бермудский треугольник находится в одном из этих узлов.

Дихотомия систем, золотое сечение. 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), флоры

и фауны (а не конкретных растений и животных), “левых” и ”правых” партий (а не их фракций), тепла и холода, влажности и сухости и т.п.

Единичный отрезок, состоящий из двух частей: большей – доминанты φ и меньшей – субдоминанты $\varphi_c = 1 - \varphi$, может служить линейной моделью двухкомпонентной системы. Пространство между φ_c и φ на куполообразном графике “жизненного” цикла системы, включающем “молодость” (подъем), “зрелость” и “старость” (спад) соответствует стадии зрелости. Скорость развития (деформации) на этой стадии постоянна и минимальна за весь цикл, а живые системы обладают репродуктивной способностью [12].

Равновесие и максимальная устойчивость модели достигаются при делении отрезка в золотом сечении, когда соблюдается пропорциональность между целым и его частями и они находятся в гармонии [4, 24- 26]:

$$1/\varphi = \varphi / (1 - \varphi) \quad (2.1)$$

Откуда:

$$\varphi^2 + \varphi - 1 = 0, \quad (2.2)$$

Положительный корень квадратного уравнения (2.2) $\varphi = -0,5 + (0,25 + 1)^{0,5} = 0,61803... \approx 0,62$ или его обратная величина $\Phi = 1/\varphi = 1,61803... \approx 1,62$ называется *золотым сечением* (ЗС). Наряду с отношением диаметра к длине окружности $\pi = 3,14...$ и основанием натуральных логарифмов $e = 2,72...$, $\varphi = 0,62$ (или $1/\varphi$) входит в тройку самых важных и часто употребляемых на практике иррациональных чисел. Причем φ и π связаны непосредственно: $\varphi = 0,5/\cos \pi/5$. Это наиболее распространенное соотношение основных компонентов во многих системах мира, обеспечивающее согласованность их взаимодействия (гармонию), устойчивость и длительное существование [24-26].

Субдоминанту $\varphi_c = 1 - \varphi$ в (2.1) можно понимать как сумму всех частей системы, меньших доминанты φ , а формулу (2.1) в общем случае (при $n > 2$)

переписать в виде последовательности отношений, в каждом последующем члене которого числитель равен знаменателю в предыдущем члене, а величина отношений - константа $\Phi=1,62$:

$$1/0,62 = 0,62/0,38 = 0,38/0,23 = 0,23/0,14 \dots \quad (2.1)'$$

В этом ряду знаменатель 3-го члена равен $0,38/1,62=0,23$; 4-го члена - $0,23/1,62=0,14$ и т.д. Эти и подобным же образом (делением предыдущего знаменателя на 1,62) найденные значения знаменателей являются условием оптимального равновесия (гармонии) многоэлементной системы.

Обобщенные золотые сечения (ОЗС) и энтропия. Проследить соблюдение условия (2.1)' в реальных системах часто не представляется возможным. Существуют другие, более реальные и отработанные способы гармонизации многоэлементных систем. Вообще единичный отрезок (модель системы) делится на части множеством сечений. При этом всегда можно выделить доминанту и рассматривать систему как результат ее равновесного противостояния с суммой остальных частей с усредненной конкретикой. Выражение пропорциональности частей многоэлементной системы для общего случая, когда $1 < q < \infty$, имеет вид [25]:

$$(1/\varphi)^q = \varphi/(1-\varphi) \quad (2.3)$$

Откуда:

$$\varphi^{q+1} + \varphi - 1 = \varphi^n + \varphi - 1 = 0, \quad (2.4)$$

а

$$n = q + 1 = \ln(1-\varphi) / \ln(\varphi), \quad (2.5)$$

где n – количество частей в единичном отрезке (уровень структурирования системы), а $q = n - 1$ – количество его сечений (делений).

При одном сечении отрезка ($q=1$) на две пропорциональные части ($n=2$) формулы (2.3) и (2.4) обращаются в (2.1) и (2.2).

Вторая и последующие цифры после запятой в величине φ , по-видимому, соответствуют постепенному переходу на уровень микроразмеров, не фиксируемых (“не видимых”) обычными приборами.

Для большей убедительности покажем другой способ вывода выражения (2.4). 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 (газовая или жидко - образная) сообщена с внешней и именно через нее осуществляется обмен энергией и массой между системой и внешней средой.

Выразим емкость системы и составляющие ее вещественную и условно свободную части в относительной форме:

$$1 = Y + C = Y + X^n, \quad (2.6)$$

здесь Y и $C = X^n$ – свободная и вещественная части единичной емкости (или свободная и связанная энергия), n – количество элементов (субсистем, компонентов, частиц, ассоциаций связанных молекул и т.п.) в системе, X - среднее геометрическое из их числа.

Формула (2.6) отражает противостояние Y и $C = X^n$ - абстракций, под которыми можно понимать любые оппозиции, выраженные в относительном виде: связанную и свободную или кинетическую и потенциальную энергии, энтропию и неэнтропию, недостаточность и избыточность и т.п. При всех n с увеличением X величина Y уменьшается. Существуют точки, в которой они сравниваются: $Y=X=\varphi$ (см. рис. 2.2). Очевидно, что в этих точках

система устойчиво уравновешена (гармонизирована) с внешней средой и составляющими ее подсистемами и обладает максимальной долговечностью.

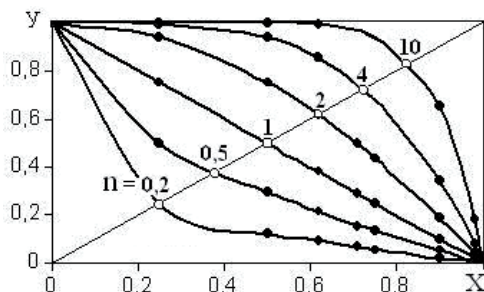


Рис.2.2. График функции Y от X и n (не закрашенные кружки– значения φ для разных n); диагональ прямоугольника, образованного осями графика описывается формулой (2.5).

С учетом подстановки $Y=X=\varphi$, формула (2.6) обращается в (2.4).

Уравнение (2.4) – трансцендентное; для его решения относительно φ применяются численные (приближенные) методы с использованием компьютерных программ. Значения $\varphi = \varphi_n$, вычисленные при разных целых $n \geq 1$, - обобщенные золотые сечения (ОЗС) по [24], их можно также назвать индексами доминирования, соответствующими данному структурному уровню n приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2. 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	0,499	4	0,725	8	0,812	11	0,844	16	0,877	20	0,894
2	0,618	5	0,755	9	0,824	12	0,853	17	0,882	23	0,903
3	0,682	6	0,778	10	0,835	14	0,866	18	0,886	27	0,913

Хорошее совпадение (до десятых долей процента) с табличными значениями φ_n дают также приближенные формулы (2.7) – во всем диапазоне изменения n , и (2.8) – при $n < 10$ [12, 14]:

$$\varphi_n = (\varphi_{n-1})^n, \quad \eta = 0,5^{1/n} \quad (2.7)$$

$$\varphi_n = 0,5 + 0,16 \ln(n) \quad (2.8)$$

Согласно [24] “обобщенные золотые сечения суть инварианты, на основе и посредством которых в процессе самоорганизации естественные системы обретают гармоническое строение, стационарный режим существования, структурно-функциональную устойчивость.” Собственно Золотое сечение получается при подстановке в (2.4) $n = 2$.

Обратная величина $1/\varphi = \Phi$ показывает сколько φ вмещается в единицу, при изменении φ от нуля до 1. Проинтегрировав $1/\varphi$ в пределах от 1 до φ , получаем формулу, совпадающую с формулой безразмерной (относительной) энтропии: $S_0 = \ln\varphi - \ln 1 = \ln\varphi$ (энтропии по [2], деленной на постоянную Больцмана), отражающей соотношение части и целого. В этом, общем, случае под знаком логарифма понимается любое число, большее нуля, как $0 < \varphi < 1$, так и $1 < \Phi < \infty$. Логарифм числа – безразмерная величина. Это означает, что число под логарифмом фактически (но по умолчанию) есть отношение размерной величины к ее размерности, как условно неделимой (элементарной) частице целого, например, $5\text{м}/\text{м} = 5$, а не 5м . Т.е., величине n в (2.4)–(2.5) можно придать термодинамический смысл, как соотношения энтропий меньшей и большей констант гармонии системы.

Энтропия – сложное, многогранное понятие с не проясненным до конца смыслом [2, 12], в общем характеризующее разрушительное действие времени. Но имеются и более простые, наглядно представимые аналоги энтропии, например деформация нагруженной системы, которая, так же как и энтропия, со временем только увеличивается, но при этом непротиворечиво,

через упругость, отражает разное направление развития на этапах становления (подъема) и деградации (спада) системы, определяя его циклический характер. Причем, при $V/V_0 \leq 1,1$ относительная энтропия $\ln(V_T/V)$ практически равна относительной деформации $j = 1 - V_0/V$ (здесь V и V_0 – текущий и начальный объем). Превышение V над V_0 в 1,1 раза – это немало, если учесть, что большинство твердых веществ при переходе в жидкость изменяет свой объем не более, чем на 9% (в 1,09 раза). Например, таяние льда (конец его существования), сопровождается уменьшением его объема всего на 8,3%. У других веществ изменение (увеличение) объема при плавлении еще меньше: у магния - 4%, у натрия и олова -5%, у сурьмы – 0,94% ... [17].

Иерархия систем, приведение многомерных систем к двумерным.

Каждая система представляет собой иерархию подобных друг другу меньших частиц, последовательно вложенных в большие (что-то вроде *русских матрешек*). Структурный уровень (количество частиц) 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 (2.4) *одномерна*; при $n = 2$ – *двухмерна*; при $n = 3$ – *трехмерна* Значение $n=2$ -наиболее распространенное. Видимо потому, что все формообразующие поверхности разлагаются на плоские фрагменты и, кроме того, многоэлементные системы можно обобщить и с некоторой погрешностью свести к двухэлементной, представив ее как дихотомию доминанты и суммы остальных элементов. Таковую систему в безразмерном виде, используя уже введенные выше обозначения геометрически можно интерпретировать как прямоугольник, сумма большей (доминанты ϕ) и меньшей (субдоминанты ϕ_c) сторон которого равна 1, а площадь – их произведению $\phi \cdot \phi_c = C$.

Для двухэлементной системы площадь прямоугольника C определяется двойко, как $C = \varphi \cdot \varphi_c$ и $C = (1 - \varphi) \cdot (1 - \varphi_c)$. Обозначим: $(\varphi \cdot \varphi_c)^{0,5} = X_1$; $[(1 - \varphi) \cdot (1 - \varphi_c)]^{0,5} = X_2$. Оба этих выражения – корни квадратного уравнения

$$X_{1,2} = 0,5 \pm (0,25 + C)^{0,5} \quad (2.9)$$

Интервалы изменения X_1 , X_2 и C : $(0 \div 0,5)$; $(0,5 \div 1)$; и $(0 \div 1)$, соответственно (как и у φ). По формуле (1.1) находим обобщенные (нормализованные) значения этих параметров.

$$\begin{aligned} X_{1,об} &= (X_1 - 0,5) / (1 - 0,5) = 2X_1 - 1 \quad \text{и} \quad X_{2,об} = (X_2 - 0,5) / (0 - 0,5) = 1 - 2X_2 \\ C_{об} &= C / (0,5)^2 = 4C \end{aligned} \quad (2.10)$$

Подставив $X_{об}$ и $C_{об}$ в (2.9), после преобразования получаем:

$$C_{об} = 1 - X_{об}^2 \quad (2.11)$$

Рассмотрим возможность аналогичного представления C и $C_{об}$ в многоэлементных ($n > 2$) системах:

$$C = (1 - \varphi_1) \cdot (1 - \varphi_2) \cdot (1 - \varphi_3) \cdot (1 - \varphi_4) \dots \quad (2.12)$$

и

$$C_{об} = 1 - X_{об}^n \quad (2.13)$$

Анализ показал, что в этом случае величину C приближенно можно представить в виде зависимости только от доминанты D – величины φ с максимальной долей в единице (с максимальным "весом"). Причем формула этой зависимости в обобщенном виде имеет структуру, аналогичную (2.11), в которой:

$$D_{об, n} = (D - 1/n) / (1 - 1/n); \quad C_{об, n} = C / (1 - 1/n)^n \quad (2.14)$$

Например, для трех- и четырехэлементной системы:

$$\begin{aligned} D_{об,3} &= (D - 0,33) / 0,67 = 1,5D - 0,5; & C_{об,3} &= C / (0,67)^3 = C / 0,296; \\ D_{об,4} &= (D - 0,25) / 0,75 = 1,33D - 0,333; & C_{об,4} &= C / (0,75)^4 = C / 0,316. \end{aligned} \quad (2.15)$$

Таблица 2.3. Расчет $D_{об}$ и $C_{об}$ для двух-, четырех-, а также (внизу) пятиэлементной системы

φ_1	φ_2	φ_3	$\varphi_4=D$	$D_{об.4}$	$C_{об.4}$	$C_{об.2}$
0,25	0,25	0,25	0,25	0	1	1
0,26	0,24	0,23	0,27	0,03	0,99	0,99
0,35	0,17	0,08	0,4	0,2	0,94	0,96
0,3	0,08	0,12	0,5	0,33	0,9	0,89
0,3	0,05	0,05	0,6	0,47	0,8	0,78
0,07	0,01	0,12	0,8	0,73	0,51	0,46
0,02	0,02	0,01	0,95	0,93	0,15	0,13
0	0	0	1	1	0	0

φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	$\varphi_5=D$	$D_{об.5}$	$C_{об.5}$	$C_{п.2}$
0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0	1	1
0,19	0,1	0,21	0,25	0,25	0,06	0,98	0,99
0,12	0,16	0,24	0,23	0,27	0,09	0,96	0,98
0,05	0,3	0,17	0,08	0,4	0,25	0,93	0,93
0,12	0,18	0,08	0,12	0,5	0,38	0,89	0,86
0,14	0,16	0,05	0,05	0,6	0,5	0,79	0,76
0,03	0,04	0,01	0,12	0,8	0,73	0,51	0,46
0,006	0,024	0,01	0,01	0,95	0,93	0,15	0,13
0	0	0	0	1	1	0	0

В табл. 2.3 приведены: произвольно выбранные, но так, чтобы их сумма составляла единицу, величины элементов двух-, четырех- и пятиэлементной систем, и вычисленные с использованием формул (2.10)-(2.15) обобщенные значения $D_{об}$ и $C_{об}$. Аналогично взяты произвольные значения φ для трех- и десятиэлементной системы и для них также рассчитаны $D_{об}$ и $C_{об}$.

Результаты расчетов для перечисленных систем сведены в график на рис. 2.3. С некоторым допущением можно считать, что все точки на графике ложатся на одну кривую, которая описывается формулой (2.11) для двухэлементной системы. Близкая к идентичной зависимость $C_{об}$ от $D_{об}$ для систем с разным количеством элементов объясняется тем, что величина $(1-1/n)^n$, входящая в C

$C_{об}$, с увеличением n быстро устремляется к $(1/e)=0,3679$, 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%, а при $n=10$ на 5%.

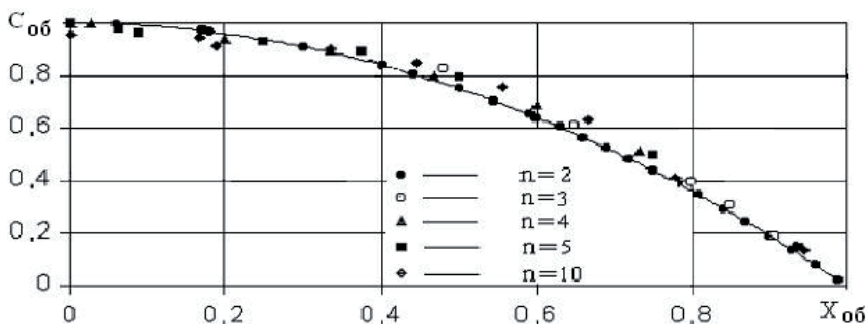


Рис. 2.3. Зависимость $C_{об}$ от $D_{об}$

Порядок расчета $C_{об}$ покажем на примере четырехэлементной системы по данным в 6-ой строчке табл. 2.3 (где $D=0,6$).

1) По формуле (2.12) вычисляем $C_n=C_4$:

$$C_4 = (1-0,3) \cdot (1-0,05) \cdot (1-0,05) \cdot (1-0,6) = 0,253$$

2) По формуле (2.15) для варианта $n=4$ находим $D_{об,4}$ и $C_{об,4}$

$$D_{об,4} = 1,33 \cdot 0,6 - 0,333 = 0,47; \quad C_{об,4} = 0,253 / 0,316 = 0,8$$

3) По формуле (2.11) определяем $C_{об,2}$

$$C_{об,2} = 1 - X_{об,2}^2 = 0,78$$

Таким образом, при любом количестве элементов в системе их взаимодействие можно рассматривать как противоборство доминирующего элемента $X_{об}$ с суммой всех остальных.

Фрактальность и колебательный режим развития. В реальных природных системах взаимодействие частиц очень сложно, отношение субдоминанты к доминанте хотя и близко к “классическим” золотым сечениям (по табл.2.1), но все же отличается от них, значительно чаще соответствуя не целым, а дробным n . Целые n отвечают только правильным геометрическим фигурам (линии, плоскости, кубу...). 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 следующее определение (по [8]): “... 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 (2.5) 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 любого уровня 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, индексы доминирования или константы гармонии. Причем $n = 1$ является центром своеобразной симметрии этой последовательности: значения φ_n в области $n < 1$, равны $(1 - \varphi_n)$ для $1/n$ в области $n > 1$. Так, $\varphi_{0,5} = 0,38 = 1 - \varphi_2$; $\varphi_{0,33} = 0,32 = 1 - \varphi_3$; $\varphi_{0,25} = 0,28 = 1 - \varphi_4$; $\varphi_{0,037} = 0,087 = 1 - \varphi_{27}$ и т.д. до $\varphi_0 = 0 = 1 - \varphi_\infty$ (см. рис. 2.2).

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, фронтир и т.п.) наиболее чувствительны к изменениям внешней среды и в наибольшей степени подвержены изменениям (деформации). Т.е. это участки системы, обладающие наименьшей прочностью сцепления частиц (минимальной устойчивостью) и большей вероятностью развала на отдельные фрагменты, а соответственно, и образования (из этих фрагментов) новых форм.

Формула (2.4) отражает замечательное свойство дробей, как частей (фракций) единичного целого: бóльшая часть (φ – доминанта) единичного отрезка, состоящего из n частей, в степени n , равна субдоминанте $\varphi_c = 1 - \varphi$. При этом n может быть любым числом от нуля до бесконечности. Поэтому под ОЗС следует понимать φ_n при любых n , включая дроби.

Все гармоничные системы подобны самим себе на каждом элементарном шаге и в каждом цикле развития. С учетом равновесия свободной и связанной энергии это возможно, если на каждом последующем шаге энергия, неиспользованная (свободная) на предыдущем шаге, используется (связывается) на производство новой субстанции. Тогда, согласно (2.6), на первом шаге развития, например двухэлементной системы связанная энергия равна X_1^2 , а свободная - $Y_1 = 1 - X_1^2$; на втором - $X_2 = Y_1$, $Y_2 = 1 - X_2^2$; на третьем - $X_3 = Y_2$, $Y_3 = 1 - X_3^2$; ... и т.д.: всякий раз свободная энергия предшествующего шага превращается в связанную на последующем.

На графиках рис. 2.4 показана реализация этого алгоритма при разной точности представления величины второго члена ОЗС $X = \varphi_2$ с тремя и пятью знаками после запятой (графики а и б), а также для третьего члена $X = \varphi_3$ (по табл.2.1) с пятью знаками после запятой.

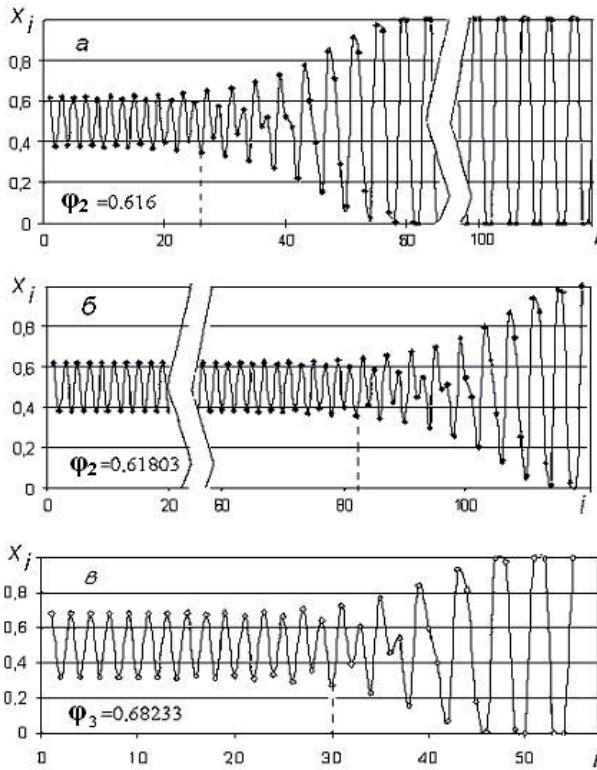


Рис. 2.4. Схематическая модель пошагового развития (i – число шагов (циклов); a – при $X = \varphi_2 = 0,616$; $б$ – при $X = \varphi_2 = 0,61803$; $в$ – при $X = \varphi_3 = 0,68233$)

Согласно этой модели близкие к равновесию системы развиваются в “коридоре” между $1 - \varphi_n$ (вход в коридор) и φ_n (выход) в режиме колебаний около отметки 0,5. Это область зрелости системы, где ее развитие гармонично, производство энтропии минимально, а жизнеспособность максимальна. Ее протяженность зависит от точности задания φ_n и количества частиц n в системе. Чем она точнее, т.е. чем больше в ней знаков после запятой, тем длиннее этот коридор гармонии. В приведенном примере уточнение начального значения $X = \varphi_2$ до пяти знаков увеличивает его

длину, которую можно интерпретировать как долговечность системы, более, чем втрое, с 25 до 82 (пунктирные вертикали на рис. 2.4). Количество знаков после запятой в величине φ_n видимо определяет “жизнеспособность” системы, ее способность длительное время совершать гармонические (обратимые, упругие) колебания в интервале $(1 - \varphi_n) \dots \varphi_n$, т.е. устойчиво функционировать. Последовательности таких гармонических колебаний составляет геометрическую прогрессию, инвариантную величине φ_n или $1/\varphi_n$, длина которой совпадает с долговечностью. Что касается n , то с его увеличением растет ширина коридора гармонии, но убывает пространство свободной энергии, нужной для воспроизводства (жизненный опыт убеждает, что живущие на “широкую ногу” раньше растрачивают свои силы). Чем больше n , а значит и частиц в системе, тем меньше ее долговечность – сравните графики *a* и *b* на рис. 2.4 (см. также табл. 2.2). При одинаковом числе знаков после запятой максимум долговечности системы достигается при $n=2$, в обе стороны от этого значения n она убывает.

Ширину коридора гармонии, ограниченную пространственно-временными пределами, равными константам ОЗС: $(1 - \varphi_n)$ и φ_n , можно сопоставить со стадией зрелости (“летним”, вегетационным периодом) в эволюционном цикле на рис. 2.1, когда жизненные (упругие) силы системы максимальны. У животных и растений стадия зрелости совпадает с репродуктивным возрастом. Этот коридор при всех n имеет одну и ту же ось симметрии, совпадающую по величине с $\varphi_1 = 0,5$, которую можно интерпретировать как внутреннюю энергию системы в безразмерном виде. В терминах механики стадия зрелости соответствует линейной (стационарной) ползучести деформируемого тела [7, 11], когда скорости деформации и производства энтропии постоянны и минимальны за весь эволюционный цикл. φ_n – порог, за которым начинается стадия старения, деградации системы, когда энтропия начинает увеличиваться по нарастающей. Но при

всех φ_n , кроме $\varphi_n = 1$, это еще не максимум энтропии, не полная утрата упругости (обратимости). В условиях колебательного режима существования всех систем φ_n - не точка, а пространственно-временная протяженность состояния гармонии, увеличивающаяся с ростом числа колебаний, составляющих жизненный цикл, каким-то образом связанного с ростом количества знаков после запятой в величине φ_n . При этом высокочастотные колебания, присущие, например микромиру или скрытой стадии развития, визуально не проявляются, пики колебаний сливаются в сплошную линию, фиксируемую величиной φ_n или $1 - \varphi_n$.

Абсолютная устойчивость системы, отвечающая постоянному пребыванию в гармоническом состоянии, недостижима, так как φ_n при любом n , – есть число с бесконечным количеством знаков после запятой. При любой точности задания величины φ_n стенки коридора однажды начинают расходиться, связи между частицами рвутся и каждая из них постепенно, через все промежуточные значения, переходит на свободные (произвольные) колебания между 0 и 1, в состояние типа броуновского движения. Такое состояние в философии называют “дурной бесконечностью”. Это понятие, введенное Гегелем, относится к представлению о развитии природы как о бесконечной череде круговоротов материи с постоянным возвратом к одним и тем же исходным пунктам. Диалектический материализм “исходит из признания неисчерпаемости материального мира, существования бесчисленного множества различных уровней структурной организации материи, вечного саморазвития и качественных изменений материи и форм ее движения” [30].

Связь ОЗС с вращательными циклами Земли. Автором обнаружена связь ОЗС (индексов доминирования) с относительной долговечностью твердых (“мерзлых”) тел, в частности мерзлых грунтов и льда [11,12], а через ее посредство с глобальными факторами:

$$(\tau_3 / \tau)^{j_{\text{пл}}} = \xi = (P / P_M), \quad (2.16)$$

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); $j_{\text{пл}} = 0,083$ – предельная деформация, равная относительному уменьшению объема льда при плавлении, совпадающая с частотой месячных оборотов Земли в годовом цикле ($1/12 = 0,083$; $30^\circ/360^\circ = 0,083$).

Вообще многие свойства воды удивительным образом соотносятся с константами вращательных циклов в системе Земля - Луна. Так относительные деформации объемных и энергетических параметров при фазовых превращениях воды примерно подобны [12, 21]:

$$1 - (V_{\text{ж}}/V_{\text{т}}) = 1 - (T_3/T_0) = Q_{\text{пл}}/Q_c \approx j_{\text{пл}} \approx 0,083, \quad (2.17)$$

$$(V_{\text{т}}/V_{\text{ж}}) - 1 = (T_0/T_3) - 1 = (Q_c/Q_{\text{и}}) - 1 \approx j_{\text{кр}} \approx 0,091, \quad (2.18)$$

где $V_{\text{ж}}$ и $V_{\text{т}}$ – объемы жидкой и твердой фазы, T_3 и T_0 – минимальная температура, при которой еще может существовать жидкая фаза (251 К), и температура замерзания воды (273 К) при атмосферном давлении, Q_c , $Q_{\text{и}}$ и $Q_{\text{пл}}$ – скрытые теплоты сублимации, испарения и плавления при $T_3 = -22^\circ\text{C}$ (2830, 2595 и 235 кдж/кг, соответственно [23]).

Обратные величины коэффициентов подобия – $1/0,083 = 12$ и $1/0,091 = 11$ равны числу месяцев в земном и лунном годе. Величина скрытой теплоты плавления льда $Q_{\text{пл}} = 235$ кдж/кг совпадает с универсальной постоянной - квантом энергии. Максимально возможная относительная деформация сжатия любой субстанции равна 1. Твердая фаза воды (начальная при оттаивании) состоит из $1/0,083 = 12$, а жидкая (начальная при замерзании) – из

$1/0,091=11$ частей (квантов) по $Q_{\text{пл}}=235$ кДж/кг каждая [11, 12].

В табл. 2.4 приведены: значения первых одиннадцати ОЗС, относительной долговечности τ/τ_3 и прочности $(\tau_3/\tau)^{0,083} = \mathcal{E}$, рассчитанные по формуле (2.16). Величины τ/τ_3 представлены последовательностью, 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 в системе Земля - Луна (весна, лето, осень, зима или утро, день, вечер, ночь).

Таблица 2.4. Значения φ_n , $D=\ln(\tau/\tau_3)$ и $\mathcal{E}=(\tau_3/\tau)^{0,083} = (P/P_m)$

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	4380	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
\mathcal{E}	0,5	0,613	0,687	0,728	0,753	0,771	0,79	0,800	0,810	0,820	0,846

Эти числа совпадают с календарными отрезками года, наиболее часто используемыми на практике: полугодием, кварталом, месяцем, неделей или их частями. Например, если принять $\tau_3=1$ час, то эти числа, примерно соответствуют количеству часов в полугодии, в полумесяце, в полунеделе, в четверти недели, сутках и т.д. 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, в четверти квартала и т.д. Т.е. эти выделенные числа соответствуют с одной стороны последовательности целых чисел 1, 2, 3, 4, ..., с другой – последовательности ОЗС (φ_n).

Как видно из табл.2.4, 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_3 , как это и следует из табл.2.4. Таким образом, странное, на первый взгляд, совпадение ОЗС с относительной прочностью мерзлого тела $\xi = (P/P_M)$ имеет вполне материалистическое объяснение.

“Фибоначчиевы” последовательности. Как в классической математике, используя натуральные числа в качестве множителя, можно составить бесчисленное множество геометрических прогрессий, так и в Математике Гармонии [24], используя ее аналоги натуральных чисел – ОЗС, также можно составить бесчисленное множество рядов типа известной последовательности Фибоначчи (F_n): 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 22 ... , примерно с 10-го члена переходящей в геометрическую прогрессию с множителем, близким к величине $\Phi_2 = 1/\varphi_2 = 1,62$ [24]. Французский математик Люка, живший в XIX веке, показал, 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 уже с 8-го члена, отношение последующего к предыдущему примерно равно 1,62 .

Особенно убедительно проявление последовательности Фибоначчи в филлотаксисе (расположении листьев) растений [26]. Листья на стебле располагаются по винтовой оси. Число оборотов вокруг оси стебля для

последовательного перехода от нижнего листа к верхнему, расположенному точно над нижним, называется листовым циклом. Винтовое листорасположение принято характеризовать 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: $1/2, 1/3, 2/5, 3/8, 5/13, 8/21, 13/34, \dots$ Причем установлено, что для различных растений характерны свои дроби филлотаксиса. Например, дробь $1/2$ свойственна злакам, березе, винограду; $1/3$ - осоке, тюльпану, ольхе; $2/5$ - груше, смородине, сливе; $3/8$ - капусте, редьке, льну; $5/13$ - ели, жасмину и т.д. 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 спиралям, 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.

Последовательности, подобные “фибоначчиевой”, в которых отношение последующего члена к предыдущему стремится к n - у члену ОЗС можно составить для любого из них, руководствуясь простым правилом: количество единиц в их начале должно совпадать с порядковым номером ОЗС - n , а последующие члены (F_m), считая от последней единицы, определяться по формуле:

$$F_m = F_{m-1} + F_{m-n}, \quad (2.19)$$

Например, для первых четырех 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); 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... Нетрудно удостовериться в том, что частное от деления последующего члена на предыдущий в этих рядах стремится, соответственно, к первому ($\Phi_1 = 1/\varphi_1 = 2$), второму ($\Phi_2 = 1,62$), третьему ($\Phi_3 = 1,47$) и четвертому ($\Phi_4 = 1,38$) членам ОЗС. При делении предыдущего члена на последующий, получаются обратные величины: $\varphi_1 = 0,5$; $\varphi_2 = 0,62$; $\varphi_3 = 0,68$ и т.д. Ряд 1 – классическая геометрическая прогрессия, широко известен; применяется, например, для подсчета делящихся клеток, описания “демографического взрыва” и других лавинообразных процессов. Ряд 2 (Фибоначчи), наиболее актуальный при анализе систем любой природы, охарактеризован выше. Ряды 3 и 4 можно применять для моделирования начального этапа развития, характеризующегося низкими темпами деформирования.

Формула (2.19) фактически означает, что каждый последующий член F_m равен сумме предыдущего F_{m-1} и одного из ранее идущих членов ряда. Какого? – зависит от n . Например, при значениях n , равных 1, 2, 3, 4...27 (по табл. 2.2), вторые слагаемые в формуле (2.19) равны: F_{m-1} , F_{m-2} , F_{m-3} , F_{m-4} ..., F_{m-27} . Причем, как показал анализ, начальные члены количеством n не обязательно должны быть равными 1. Последовательности, составленные по сформулированным выше правилам, демонстрируют удивительную самоорганизацию. Согласно расчетам, при любых произвольно выбранных начальных числах отношение соседних членов, довольно быстро выходит на величину золотого сечения φ_n .

Для примера в табл. 2.5 приведена такая последовательность F_m для $n = 4$, при котором (см. табл. 2.2) $\varphi_4 = 0,724$, с произвольно выбранными первыми 4-мя цифрами, и отношения ее соседних членов. Из нее видно, что величина $\psi = F_{m-1} / F_m$ стремится к значению $\varphi_4 = 0,724$ и достигает его примерно на 15-17-ом члене ряда.

Таблица 2.5. “Фибоначчиева” последовательность F_m для $n=4$, и отношения ее соседних членов $\psi=F_{m-1}/F_m$.

m	F_m	ψ	m	F_m	ψ	m	F_m	ψ	m	F_m	ψ
1	0,6	-	6	16,6	0,703	11	84,4	0,715	16	425,4	0,724
2	6	-	7	23,6	0,702	12	118	0,727	17	587,6	0,725
3	7	-	8	33,6	0,76	13	162,2	0,727	18	810,6	0,725
4	10	-	9	44,2	0,727	14	223	0,725	19	1118	0,724
5	10,6	0,638	10	60,8	0,72	15	307,4	0,723	20	1543,4	0,724

На рис. 2.5 показана зависимость величины членов “фибоначчиевых” рядов от их порядкового номера для первых трех членов ОЗС в полулогарифмическом масштабе и даны ее формулы. С хорошей достоверностью ($R^2 > 0,99$) они линейны. Анализ показывает, что коэффициент пропорциональности в формулах, стремится к величине логарифма соответствующего члена ОЗС: 1) $\ln 2=0,693$; 2) $\ln 1,62=0,481$; 3) $\ln 1,47=0,385$ и т.д. С учетом этого, находим предельную формулу F_m для всего множества рядов ОЗС:

$$F_m \approx (\Phi_n)^m \quad (2.20)$$

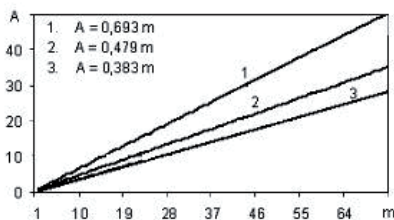


Рис. 2.5. Зависимость $A=\ln(F_m)$ от m при $n=1, 2$ и 3

Последовательностями подобного типа, в которых каждый последующий член больше предшествующего примерно в φ_n раз, можно описать становление (созревание) системы. Для описания второго периода

жизненного цикла - 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, ...

Последовательности ОЗС и Фибоначчи отражают один из законов природы, который касается структурирования различных систем Мироздания и регламентирует организацию пространственно-временных элементов в единое целое, и являются эффективными инструментами анализа экогеосистем. Члены первой из них (ОЗС) соответствуют количеству элементов n в системе, вторые – числу циклов m развития. Первые более фундаментальны, первичны, поскольку вторые составляются на их основе.

Несмотря на некоторый мистический шлейф, тянущийся за этим законом с древних времен, когда открывшие его жрецы и монахи очевидно использовали его в эзотерических практиках, он нисколько не таинственней и удивительней других существующих независимо от нашего сознания законов природы. И также до конца не познаваем (собственно, именно он и указывает на невозможность полного познания Мира), но, в общем, поддается материалистическому истолкованию.

Показатели взаимодействия компонентов системы . И так: чем меньше частиц в системе, тем меньше границ между ними и, следовательно, больше прочность (устойчивость) их связей. 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: $X=1-Z$. Хаотическое состояние системы означает свободное (неуправляемое) движение ее частиц. Очевидно, что максимум устойчивости $Z=1$ и отсутствие хаоса $X=0$ достигается при $n=1$, но в этом случае в системе нет субъектов самоорганизации – свободных частиц. В результате этого утрачивается некая

“квазиживая” сила, обеспечивающая способность системы к самоорганизации, под которой понимается согласованное (гармоническое) взаимодействие ее частиц, включающее самовосстановление параметров системы после неразрушительной деформации [12]. В механике аналогом этой силы является упругость, характеризующаяся модулем Юнга, равным напряжению, при котором линейный размер тела увеличивается вдвое [17]. Т.е. для развития нужна определенная доля хаоса (в позитивном смысле этого понятия - свободы), 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 $n > 2$, убывает.

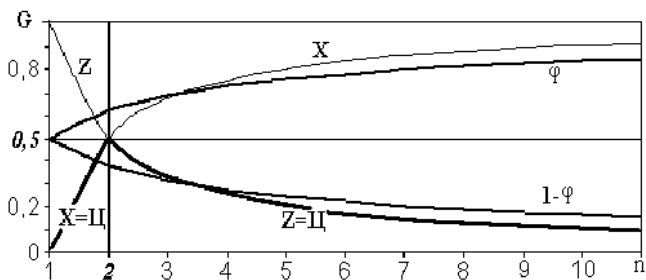


Рис. 2.6. Зависимость G (φ , $1-\varphi$, Z , X и Π) от n

Графики зависимости перечисленных параметров от n показаны на рис. 2.6. Значения φ , Z и X , все изменяющиеся в диапазоне $0 \dots 1$ для удобства обозначены одной буквой G ; горизонталь $G=0,5$ – это ось симметрии дихотомий, вертикаль $n = 2$ – ось симметрии “жизненного” цикла системы. Кривая Π , состоящая из двух отрезков: кривой X при $n=1 \dots 2$ 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 $n > 2$), заканчивающегося при $n \rightarrow \infty$ разрушением [12]. На рис.2.6 эта составная кривая выделена жирным шрифтом.

Из рис. 2.6 следует, что максимально согласованное, гармоническое, взаимодействие компонентов системы, с наибольшим потенциалом энергии развития (“жизненной силы”), наблюдается при $n = 2$, когда $Z=X=0,5$; $\varphi=0,62$.

Характер взаимодействия компонентов системы. Проследим его на примере биоты Западно-Сибирской равнины. Здесь выделяют 10 примерно совпадающих друг с другом геоботанических и зоогеографических зон и подзон [15]: 1) северная тундра, 2) южная тундра, 3) лесотундра, 4) северная тайга, 5) средняя тайга, 6) южная тайга, 7) подтайга, 8) северная лесостепь, 9) южная лесостепь, 10) степь. Специфика биотического разнообразия выделенных природных комплексов отражена их порядковыми номерами, которые увязаны с величиной индекса сухости J – безразмерного параметра, ответственного за соотношение тепла и влаги, поступающих из атмосферы [4]. Найдено [15] количественное выражение этой связи. Установлено, что численность биотических таксонов, и флористических и фаунистических, изменяются одинаково: с севера на юг они сначала увеличиваются, а затем, уменьшаются. Смена вектора происходит в подтайге - северной лесостепи, из чего следует, что условия обитания биоты наиболее благоприятны в области перехода тайги в лесостепь, где индекс сухости колеблется в пределах $0,95 \div 1,2$.

В табл. 2.6, составленной совместно с д.б.н. С.Н. Гашевым и к.б.н. М.Н. Казанцевой [15] приведено распределение численности видов животных и растений по выделенным природным комплексам.

На рис.2.7 показана видовая зависимость констант взаимодействия ϕ , Z и X , обозначенных общим символом G , от i для двух систем биоты, отличающихся характером взаимосвязи: 1) птицы и млекопитающие; 2) растения и животные. Величина ϕ определялась как отношение доминирующей компоненты к сумме доминанты и субдоминанты. В первой системе, как правило, доминируют птицы, во второй - растительность.

Таблица 2.6. Число видов: П – птиц, М- млекопитающих, Ж - животных ($\text{Ж}=\text{П}+\text{М}$) и Р - сосудистых растений в подзонах ЗСР (i – номер подзоны, J – индекс сухости; подчеркнуты максимумы видов)

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
J	0,4	0,6	0,75	0,87	0,96	1	1,1	1,3	1,5	1,9
П	73	148	194	207	257	246	<u>271</u>	259	252	208
М	18	32	42	51	59	60	<u>67</u>	63	67	58
Ж	91	180	236	258	316	306	<u>338</u>	322	319	266
Р	57	126	99	174	247	380	493	<u>540</u>	449	215

Такого же типа графики для таксонов последующих рангов (род, семейство, отряд...) имеют подобную конфигурацию. Общим у графиков, характеризующих взаимодействие разных групп животных (слева на рис.2.7) и животных и растений (справа) является только то, что в обоих случаях устойчивость Z с высокой достоверностью ($R^2 > 0,995$) линейно связана с показателем гармонии (ОЗС – индексом доминирования) ϕ , пропорциональна ему. В остальном графики существенно отличаются.

Левые графики отражают взаимодействие птиц и млекопитающих, составляющих единую фаунистическую компоненту биоты и, очевидно, не сильно противоборствующих друг другу. Это подтверждается анализом констант ϕ , X и Z , рассчитанных по данным табл. 2.3 по приведенной выше

методике. На всем исследуемом пространстве эти величины изменяются мало, в пределах 6-8 %, что соизмеримо с точностью наблюдений. Мало отличаются они и по рангам иерархии. Так средние зональные значения $\varphi = \varphi_{\text{ср}}$ для четырехчленной иерархии *отряд, семейство, род, вид* соответственно равны: 0,72; 0,73; 0,77; 0,8, а их среднее арифметическое - 0,76 [15]. Величины $X=1-Z$ прямо пропорциональны φ ; коэффициент пропорциональности равен 1,076. Следовательно, так же мало изменяются величины X и Z . Сочетание средних значений устойчивости $Z_{\text{ср}} \approx 0,14$ и показателя гармонии $\varphi_{\text{с}} \approx 0,76$ далеко от оптимума, равного $Z_{\text{ср}} \approx 0,5$ и $\varphi_{\text{ср}} \approx 0,62$, причем вся область значений φ , Z и X находится в деградационной стадии, где $n = 1/Z > 2$ (по рис. 2.6). Все это указывает на относительно малую взаимозависимость между этими группами фауны.

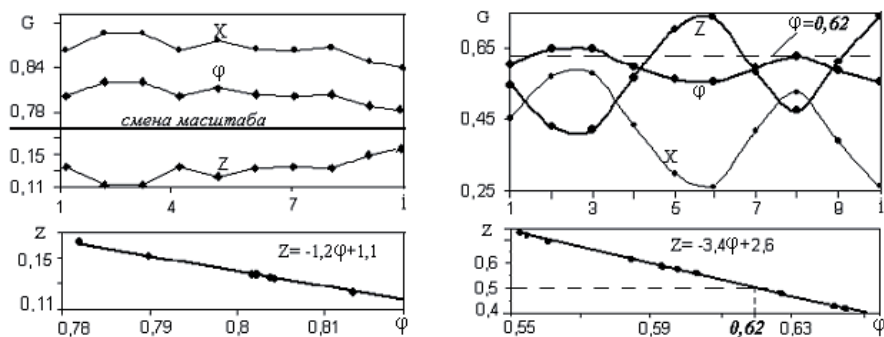


Рис. 2.7. Зависимость $G(\varphi, Z, X)$ от i и Z от φ для двух систем: млекопитающие-птицы (слева) и животные-растения (справа).

Иная картина наблюдается при анализе дихотомий, включающих фаунистические и флористические компоненты биоты - правые графики на рис. 2.7, противостоящие и устойчиво уравновешенные между собой по классической схеме “охотник (едок) – жертва (еда)”.

Из табл. 2.6 видно, что в северной (холодной и влажной) фитосфере, где $J < 1$, доминируют животные, а в южной (теплой и сухой), где $J > 1$, - растения, только в степи вновь доминируют животные.

В обеих частях фитосферы величина доминанты убывает от границы леса с лесостепью в сторону пустынь – арктических на севере и тропических на юге. Значения ϕ при анализе определялись как отношения фактической доминанты, таксонов животных или растений, к их сумме. Волнообразные колебания показателей гармонии ϕ , и особенно устойчивости Z и хаоса X от одной подзоны к другой в этом случае более выражены.

Средние зональные величины ϕ_{cp} : 0,57; 0,59; 0,60 и Z_{cp} : 0,66; 0,59; 0,56 в ряду семейство-род-вид довольно близки, особенно на видовом уровне к оптимуму развития: $Z_{cp} \approx 0,5$ и $\phi_{cp} \approx 0,62$, причем вся область значений ϕ , Z и X находится в стадии роста, когда $n = 1/Z < 2$. Наблюдается два пика ϕ : на границе леса и степи – в северной лесостепи, где величина $\phi = 0,62$ оптимальна, и на границе леса и тундры – в лесотундре, где величина $\phi \approx 0,65$ близка к оптимальной. Устойчивость, наоборот, на этих границах минимальна, но также близка к оптимуму развития $Z=0,5\dots 0,55$. Максимальная устойчивость $Z = 0,73$, при минимальном показателе гармонии $\phi = 0,55$ - в таежной зоне. Таким образом, анализ свидетельствует об устойчивости и высокой степени согласованности (гармонии) совместного функционирования флоры и фауны, как единой системы, и наличии резервов ее дальнейшего позитивного развития.

3. ПРОЯВЛЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ ОЗС

Свойства ОЗС проявляются при описании и оценке как стационарных (установившихся) состояний, так и процессов их установления.

Стационарным ОЗС посвящена обширная литература [14, 24-26, 28 ...].

Стационарные ОЗС описываются простыми полиномами вида (2.2) или, реже

(2.4). Значения φ_n , рассчитанные по этим формулам, характеризуют только предельные (конечные) состояния. Не учитывается постепенность установления наблюдаемых параметров. Приведем характерные примеры проявления ОЗС такого рода.

1. 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 Н-О и Н-Н несколько больше 0,099 и 0,162 нм, а угол в вершине треугольника Н-О-Н равен $109,5^\circ$. Отношения сторон 0,099/0,162 и углов $109,5/180$ равны $3С \approx 0,61$. 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 вместе с расстоянием между молекулами 0,276 нм образуют ряд, в котором каждый последующий член находится с предыдущим в отношении: $0,276 / 0,452 = 0,452/0,737 = 0,61$ [23, 34].

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 [17] (отметим, что эта температура близка к температуре тела всех высших животных), при которой активность тепло- и массообмена максимальна, составляет $100-37=63^\circ$. Соотношения $63/100 = 0,63$ и $37/100 = 0,37$ примерно равны константам ЗС.

3. Пропорция распределения основных статей расхода воды, поступающей на сушу из атмосферы: осадки 73 см, полный сток 26 см, испарение 47 см [29], также близка к величине ЗС: $47 / 73 = 0,64$; $26 / 73 = 0,36$.

4. Среднеширотная температура воздуха равна 16°C ; изолиния этой температуры проходит примерно по 35° с.ш. [5], которая делит угловое

расстояние между экватором и северным полюсом на две части (рис. 3.1):
 $35/90 = 0,39$ и $55/90 = 0,61$.

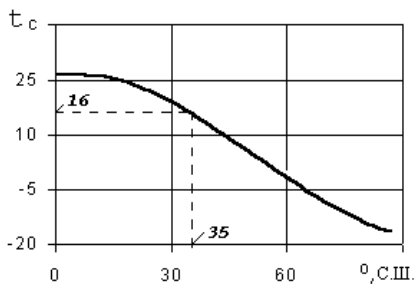


Рис. 3.1. Распределение среднеширотной температуры воздуха t_c .

5. На рис. 3.2 показана зависимость продукции растительности (фитопродукции) Pr от радиационного баланса B и индекса сухости J [4]. Величина $J=B/UL$ (U - годовая сумма осадков, $L=0,6$ ккал / $см^3$ – скрытая теплота парообразования), выражает соотношение тепла и влаги. Во всех случаях максимум продукции приходится на $J \approx 0,62$ – золотое сечение.

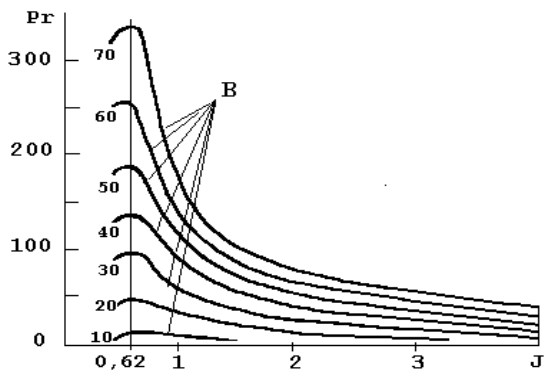


Рис. 3.2. Зависимость фитопродукции Pr , т/(га · год) от радиационного баланса B (ккал/ $см^2 \cdot$ год) и индекса сухости J (доли единицы)

6. Максимальные значения индекса сухости в обоих полушариях приурочены примерно к 22-й параллели, на этой же широте в Северном полушарии наблюдаются и минимумы продукции растительного покрова и запасов фитомассы [5]. Угловое расстояние этой параллели от южного полюса Земли равно $(90+22)/180=0,62$, от северного- $(90-22)/180=0,38$.

7. Фитопродукция и фитомасса убывают в сторону арктических и жарких пустынь, в направлении уменьшения и увеличения индекса сухости J , соответственно. Это видно из рис. 3.3 [9], на котором показано зональное распределение этих величин. В приатлантическом и континентальном секторах Евразии и Северной Африки величины Pr и Vm четко следуют за J , минимум и максимум последнего и минимумы Pr и Vm приурочены к 24-й и 66-й параллелям – поясу жарких пустынь с одной стороны и поясу арктических пустынь и тундр с другой. Изолиния максимума J (24-я параллель) делит угловое расстояние между этими параллелями в пропорции, близкой к ЗС: $0,36$ и $0,64$.

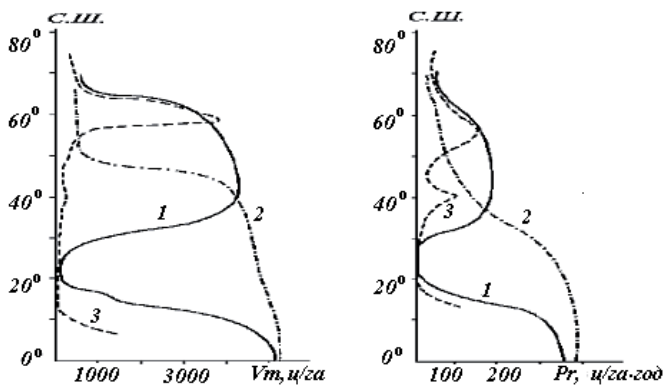


Рис. 3.3. Зональное распределение фитомассы Vm и фитопродукции Pr . Секторы: 1-приатлантический, 2-притихоокеанский, 3-континентальный.

8. 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 уравнений 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. 3.1 приведены значения $v_{сд}$, $v_{пр}$, $v_{пр.н}$ для разных материалов [17], а также величины их отношений. Как видим, последние очень близки к золотым сечениям: $v_{сд}/v_{пр}$ к $\varphi_2 = 0,62$ и G/E к $1 - \varphi_2 = 0,38$, а $v_{сд}/v_{пр.н}$ к $\varphi_1 = 0,5$ (столбцы 4-6), причем суммы $v_{сд}/v_{пр} + (v_{сд}/v_{пр})^2 \approx 1$ (столбцы 4-5), что отвечает формуле (2.2).

Таблица 3.1. 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

При необходимости величины n можно определить точнее, в дробных числах. Например, у железа $v_{сд} / v_{пр.н} = \varphi = 0,55$; по формуле (2.5) находим, что это значение φ соответствует $n=1,35$, значит 0,55 - это ОЗС, которое обозначается как $\varphi_{1,35}$.

Как видно из этого примера, величина отношений, которые в наших обозначениях можно идентифицировать как φ , изменяется от 0,5 до 0,64, что, согласно формуле (2.5), соответствует уровням упорядоченности $n \approx 1 \div 2,3$ и находится в пределах реального количества пространственных мерностей.

9. Многочисленными опытами установлено, что твердое тело переходит из упругого состояния в пластичное, когда отношение пределов его текучести при сдвиге и растяжении изменяется в интервале $0,55 - 0,6$ [27], что близко к ЗС, точнее к ОЗС при $n \approx 1,4 \div 1,8$.

10. В табл. 3.2 приведены экспериментальные значения относительной (нормализованной) прочности супеси $P_{от}$ при $t = -10^{\circ}\text{C}$ ($P_{от} = P / P_{yc}$ – аналог φ_n , где P_{yc} – условно мгновенная прочность при $\tau_{yc}=1$ мин), при разной долговечности (τ , мин), полученные при разных видах испытаний [7], и рассчитанные по формуле (2.12) при $j_{пл}=0,11$.

Таблица 3.2. Зависимость $P_{от}$ от τ (мин) при 1) сжатии, 2) растяжении, 3) сдвиге, 4) расчет по формуле (2.12)

τ	$P_{от.1}$	$P_{от.2}$	$P_{от.3}$	$P_{от.4}$
1	1	1	1	1
10	0,84	0,79	0,78	0,78
60	0,65	0,61	0,61	0,63
180	0,56	0,55	0,54	0,56
480	0,5	0,5	0,5	0,51
720	0,49	0,48	0,47	0,48

Табл. 3.2 демонстрирует хорошую сходимость экспериментальных данных с расчетами по формуле (2.12), а также практическую полезность

представления результатов опытов в относительных показателях. При всех видах напряженного состояния на каждый отрезок времени они получаются практически одинаковыми. Благодаря этому, количественные зависимости, установленные из опытов для одних мерзлотно – грунтовых условий, при одном виде напряженного состояния можно перенести и на другие условия и состояния.

11. В табл. 3.3 приведены площади воды и суши на Земле [28]. 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. 2.1) значению φ_n при $n=2$, в Южном – $n=8$, в целом на Земле – $n=4$.

Таблица 3.3. Площадь (млн.км² и доли ед.-курсив) воды и суши на Земле

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

Пропорции ЗС проявляются и в общественно – экономических и демографических системах. Два примера:

12. Доля госсобственности в экономике ряда ведущих стран мира составляет: в Италии – 55%, в Швеции – 62%, в Китае – 65,8%, в США – 32%, в России – 10% [24]. Эти цифры довольно точно отражают уровень экономического развития этих стран и роль ЗС как его показателя.

13. По данным ООН население Земли на начало XXI века составляло 5960 млн. Доминировала Азия – 3615 млн, остальной мир -2345 млн. Подсчитываем относительные значения доминанты и субдоминанты $\varphi = 3615/5960 \approx 0,61$; $\varphi_c = 0,39$. Эти величины близки к константам ЗС.

4. НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ОЗС

Несмотря на обширную литературу, широкое признание и даже популярность феномена ЗС, формулы вида (2.2) или (2.4) на самом деле имеют ограниченное применение. Как уже отмечалось, они описывают только отдельные (конечные) состояния - φ_n , а не весь процесс до их достижения.

Эмпирически установлено [12, 14], что для описания процесса развития природных систем также подходит полином вида (2.4), или чаще (2.2), но усложненный коэффициентами А и В, отвечающими за изменение параметров:

$$j_y = A \cdot j_x^n + B \cdot j_x, \approx A \cdot j_x^n + (1-A) \cdot j_x, \quad (4.1)$$

где j_x и j_y – аргумент и функция переменных, выраженных с помощью формул (1.1) или (1.2) в относительном виде, изменяющихся, как и φ , от 0 до 1.

Величина n , как и в формуле (2.4), теоретически может быть любой, но чаще всего $n=2$, и в отличие от формулы (2.4) она не увязана с j_x .

В качестве постоянных А и В выступают константы золотого сечения. Для ускоряющихся процессов, развивающихся по вогнутой кривой, $A \approx \varphi_n$; для затухающих, развивающихся по выпуклой кривой $A \approx -\varphi_n$; в обоих случаях $B \approx 1-A$. Коэффициенты А и В могут быть и целыми числами, обратными φ_n , т.е. равными $\Phi_n = 1/\varphi_n$. В предельном состоянии, когда $j_y = j_x = 1$, формула (4.1) обращается в формулу (2.4).

Для вогнутой кривой при $n=2$ (наиболее частый случай) решение имеет простой, симметричный относительно φ_n и j_τ , вид:

$$j_\tau = \varphi_2 \cdot j_\tau^2 + \varphi_2^{-2} \cdot j_\tau$$

Судя по рассмотренным ниже примерам, в большинстве процессов проявление ЗС описывается именно этой формулой.

Достаточно хорошее совпадение с фактическими данными дает также степенная формула с показателем степени z :

$$j_y = j_x^z, \quad (4.2)$$

Причем у вогнутых кривых $z = 1 + A$, а у выпуклых $z = A$

Степенные формулы типа (4.2) сводятся к линейным общего вида $\ln(y) = z \ln(x)$. Поэтому, несмотря на меньшую точность по сравнению с полиномами, они удобней для расчетов и экономичней, так как для определения неизвестного z теоретически достаточно знать всего одну, любую пару соответственных значений j_y и j_x , тогда $z = \ln(j_y) / \ln(j_x)$. (Все же для статистической достоверности необходимо брать в расчет не менее трех таких пар).

Анализ показал, что при значениях A , близких к золотому сечению (0,62), результаты расчетов по формулам (4.1) и (4.2) мало отличаются как у выпуклых, так и у вогнутых кривых. При других A у выпуклых кривых это отличие увеличивается и использование степенной формулы (4.2) становится не корректным. У вогнутых кривых разница в расчетах по обеим формулам всегда невелика - не превышает 10%. Т.е., использование формулы (4.2), вместо (4.1) более актуально для вогнутых кривых. В то же время выражения выпуклых кривых обратны выражениям вогнутых. И ничто не препятствует выпуклую кривую превратить в вогнутую, поменяв местами оси x и y , либо нормализовав размерные параметры по формуле (1.2), а не по формуле (1.1) – см. примеры ниже. Вообще уместно применять обе формулы, поскольку заранее неизвестно, графику какой из них отвечает вогнутая кривая.

Ниже приведены примеры проявления ОЗС в различных природных системах и процессах - климатических, биологических, геокриологических и др. При этом демонстрируется реализация предлагаемой методики обобщения данных, ее порядок и аналитические возможности. В качестве исходного материала использованы связи сложных размерных показателей,

определение которых требует больших объемов работ, со сравнительно простыми, относительно легко определяемыми. К сложным можно отнести, например, динамику прироста ствола и фитопродукцию растений или деформацию и прочность мерзлых грунтов, давление диссоциации газовых гидратов и др.; к простым, - время, массу, размеры и т.п.

В приведенных ниже примерах для единообразия все нормализованные параметры выражены через j , а их физический смысл – через нижние символы, например: нормализованная температура - j_t , глубина - j_h и т.д. В общем j_y и j_x - это те же ϕ (или ОЗС), но конкретизированные.

I. В умеренном и холодном поясах годовой цикл температуры воздуха в свою очередь состоит из двух меньших циклов, теплого и холодного, разделенных весенним и осенним нулями ($^{\circ}\text{C}$).

Таблица 4.1. Значения τ (мес, от начала года), t ($^{\circ}\text{C}$), j_t и j_h в Тобольске и Нумто (курсив) на подъеме (верх таблицы) и спаде (низ) в теплое время года

T	3,75	4	5	6	7	4,95	5	6	7
T	0	1,8	9,1	15,8	18	0	0,2	10,5	15,5
j_t	0	0,08	0,38	0,69	1	0	0,02	0,51	1
j_h	0	0,07	0,51	0,88	1	0	0,01	0,68	1
T	7	8	9	10	10,3	7	8	9	9,8
T	18	15,4	9,5	0,8	0	15,5	12,4	6,4	0
j_t	0	0,30	0,61	0,91	1	0	0,36	0,71	1
j_h	0	0,14	0,47	0,91	1	0	0,20	0,59	1

В табл. 4.1 приведены: размерные t и безразмерные j среднемесячные температуры воздуха на подъеме (повышении температуры от 0°C до максимума) и спаде (понижении температуры от максимума до 0°C) в теплый

период года; а также времени, размерного τ (месяцы от начала года) и безразмерного j_τ на юге (Тобольск) и севере (п. Нумто) Тюменской области по данным Гидрометслужбы. Безразмерные параметры вычислены по формуле (1.1). Отметим, что продолжительность теплого периода – около 6 месяцев в Нумто и 7,5 месяцев в Тобольске соотносится с продолжительностью года ($6/12 = 0,5$ и $7,5/12 \approx 0,62$) как 1-й и 2-й члены ОЗС.

По этим данным построены графики зависимости j_t от j_τ в периоды подъема и спада и найдены их аппроксимации - рис. 4.1.

Аппроксимирующая формула выбрана по наибольшей достоверности ($R^2 > 0,99$), которая оказалась у полинома вида (4.1) с $A \approx -\varphi_n$ на подъеме (выпуклая кривая) и $A \approx \varphi_n$, на спаде (вогнутая); в обоих случаях $B \approx 1 - A$.

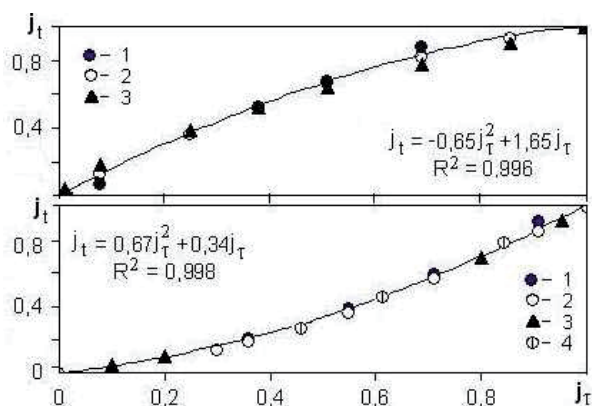


Рис. 4.1. Зависимость j_t от j_τ , в Тобольске (1) и Нумто (2) на подъеме и спаде в теплое время года (3 – расчет по формуле (3.1) при $A = -0,62$ на подъеме и $A = 0,62$ (золотое сечение) на спаде, расчет по формуле 3.2 при $\varphi = A+1=1,67$).

Результаты расчетов по формулам (4.1) и (4.2) хорошо сходятся.

Аппроксимирующие формулы и величины их коэффициентов подтверждают сформулированные выше теоретические положения

2. На рис. 4.2 даны графики хода относительных сумм положительных температур воздуха j_{st} на севере Тюменской обл - в Салехарде, Нумто, Сургуте, а также в Тобольске. Нормализация размерных величин на рис. 4.2 *a, б* выполнена по формуле (1.1), на рис. 4.2 *в* – по формуле (1.2). Кривые располагаются очень близко к другу; на рис. 4.2 *a*, поэтому показаны кривые только для максимальных и минимальных j_{st} , другие расположены между ними.

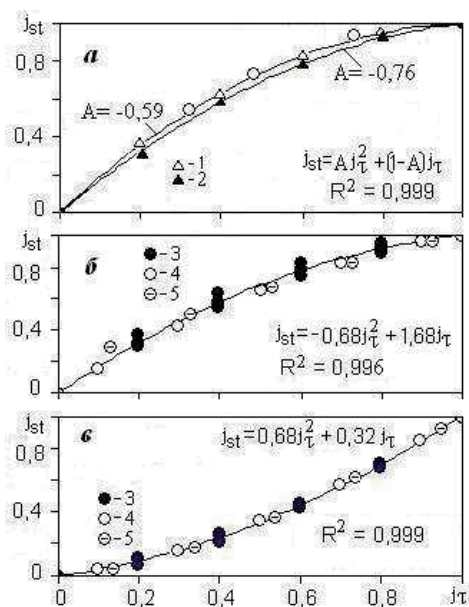


Рис. 4.2. Графики и аппроксимации зависимости j_{st} от j_T
 (1 и 2 – максимальные и минимальные фактические j_{st} , 3 – все фактические j_{st} , 4 – расчет по формуле (4.1) при $A = \pm 0,62$ (ЗС), 5 – расчет по формуле (4.2) при $\varepsilon = A = -0,68$ на рис. 4.2б и $\varepsilon = 1+A = 1,68$ на рис. 4.2в.

В этом примере, как и в предыдущем, подтверждаются все теоретические предпосылки расчета.

3. В книге [7] опубликованы графики зависимости предельно-длительной прочности смерзания глинистых и песчаных 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 у глинистых грунтов и 0 – 0,4 МПа у песчаных. Поскольку разброс данных для разных условий невелик, мы ограничились анализом только максимальных и минимальных величин. На рис.4.3 и 4.4 приведены графики зависимости максимальных и минимальных значений относительной длительной прочности смерзания $j_{лс}$ грунтов от относительной температуры j_t . Величины $j_{лс}$ и j_t выпуклых кривых рассчитаны по формуле (1.1), а для вогнутых кривых – по формуле (1.2). Все кривые аппроксимированы полиномом (4.1) с достоверностью $R^2 \approx 0,96...0,97$. У глинистых грунтов $A=-0,79$; $B=1,76$ – выпуклые кривые и $A=0,61$; $B=0,37$ – вогнутые кривые. У песчаных грунтов $A=-1,27$; $B=2,25$ – выпуклые кривые и $A=1,04$; $B=0,07$ – вогнутые. Во всех случаях $A+B \approx 1$. Значки 3 на вогнутых кривых относятся к $j_{лс}$, рассчитанным по формуле (4.2) при $z=A+1$. Они практически лежат на кривых, рассчитанных по формуле (4.1).

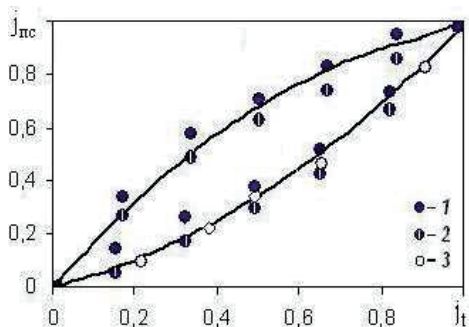


Рис. 4.3. Зависимость прочности смерзания $j_{лс}$ глинистых грунтов $j_{лс}$ от температуры j_t в безразмерном виде (1-максимальные и 2-минимальные значения $j_{лс}$, 3 – расчет по формуле (4.2), кривые – аппроксимации вида (4.1), другие пояснения в тексте).

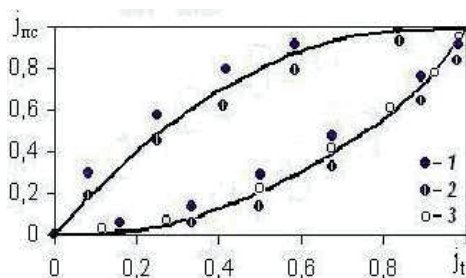


Рис. 4.4. Зависимость прочности смерзания $j_{лс}$ песчаных грунтов $j_{лс}$ от температуры j_t в безразмерном виде (все пояснения – по рис.4.3).

Таким образом, соблюдены все сформулированные выше условия и предпосылки, при которых действительны формулы (4.1) и (4.2).

4. На рис. 4.5 даны 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 ($P, \text{МПа}$): $t = -20, P_1 = 6,8, P_2 = 6$ [7] – вариант *а*; и $t = -4,5, P_3 = 0,7, P_4 = 0,6$ [22] – вариант *б*. Величины относительных деформации j_ϵ и времени j_τ рассчитывались по формуле (1.1). В качестве максимума и минимума деформации (доли ед.), которые подставлялись в формулу (1.1), приняты: 1) $12,5 \cdot 10^{-2}$ и $7,4 \cdot 10^{-2}$ – при $P_1 = 6,8 \text{ МПа}$; 2) $8 \cdot 10^{-2}$ и $4,8 \cdot 10^{-2}$ – при $P_2 = 6 \text{ МПа}$; 3) $2,48 \cdot 10^{-3}$ и $1,9 \cdot 10^{-3}$ – при $P_3 = 0,7 \text{ МПа}$; 4) $1,8 \cdot 10^{-3}$ и $1,5 \cdot 10^{-3}$ – при $P_4 = 0,6 \text{ МПа}$; 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 *б*. Результаты расчетов представлены на рис. 4.5 в виде графиков хода относительной деформации j_c в относительном времени j_τ . Значки – экспериментальные данные, кривая *a* рассчитана по формуле (4.2) при $\varepsilon = 0,62$, кривая *б* – по формуле (4.1) при $A = - 0,62$.

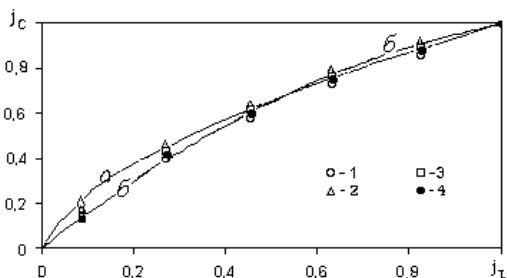


Рис. 4.5. Ход относительной деформации мерзлой супеси при одноосном сжатии j_c в относительном времени j_τ при разных температурах и давлениях, 1...4 – обозначения серий опытов (пояснения в тексте).

График показывает хорошую сходимость фактических значений j_c с вычисленными по обеим формулам. В обоих случаях численные коэффициенты формул равны ЗС.

5. Газовые гидраты – льдоподобные образования, широко распространенные в холодных зонах Земли – в толще вечной мерзлоты и под океаническим дном. При понижении давления они разлагаются (диссоциируют) на газ и воду. На рис. 4.6 показана связь относительного давления диссоциации (j_p) гидратов соединений углерода с водородом (пропана-1, метана-2) и с кислородом (диоксид углерода-3) с относительной температурой (j_t). Размерные исходные данные взяты из [19]. Пределы изменения температуры (Т, К) гидратов: 253,2 ... 272,3 - метана; 264,3... 272,2 - пропана и 249,1... 272,2 - диоксида углерода; давления (Р, МПа),

соответственно: 0,39...2,34; 0,025...1,41 и 0,08 ...1,09. В этих пределах наблюдались метастабильные состояния - переохлаждение жидкой фазы воды, т.е., функцию j_p от j_t можно рассматривать как уравнение связи температуры и давления переохлаждения воды. Расчет относительных величин выполнен по формуле (1.1).

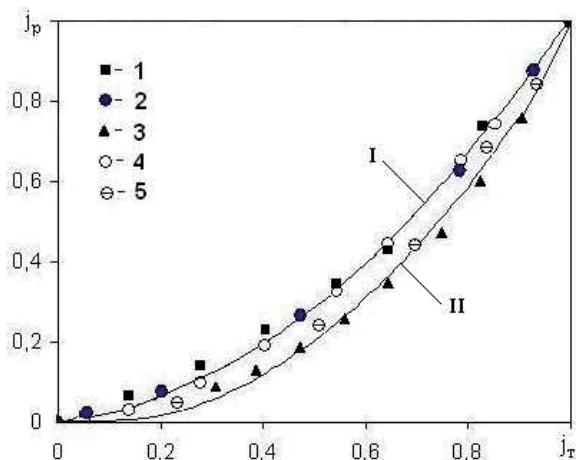


Рис. 4.6. Зависимость j_p от j_t для гидратов пропана (1), метана (2) и диоксида углерода (3) (дополнительные пояснения в тексте).

Зависимость j_p от j_t аппроксимирована формулой (4.1) в двух вариантах с разными коэффициентами: отдельно для гидратов соединений углерода с водородом (кривая I) и с кислородом (кривая II). Коэффициенты A , B и R^2 в первом случае составили: 0,8, 0,2, 0,999; во втором: 1,11, -0,14, 0,993. Сумма A и B в обоих случаях примерно равна 1. Значки 4 и 5 в вариантах I и II относятся к значениям j_p , рассчитанным по степенной формуле (4.2). Как видно из графиков, сходимость расчетов по обеим формулам вполне удовлетворительная.

6. На рис. 4.7 показано распределение температуры мерзлого грунта по

глубине скважины в пос. Сковородино. Оба показателя выражены в относительных величинах, соответственно j_t и j_h , рассчитанных по формулам (1.1) – рис. 4.7 *а* и (1.2) -4.7 *б*. Исходные данные расчета - максимальные и минимальные размерные температуры (t °C): -1.46; -0.51 и глубины (h , м): 5 и 28 взяты из книги [31]. Распределение j_t (j_h) описывается формулами (4.1) и (4.2) при коэффициентах $A=-0,26$, $B=1,24$, $\varepsilon = 1+A= 0,74$ на левом графике (выпуклая кривая) и $A=0,16$, $B=0,83$, $\varepsilon = 1+A=1.16$ на правом (вогнутая кривая). На обоих графиках $R^2 > 0,99$. Сходимость результатов расчетов по обеим формулам хорошая

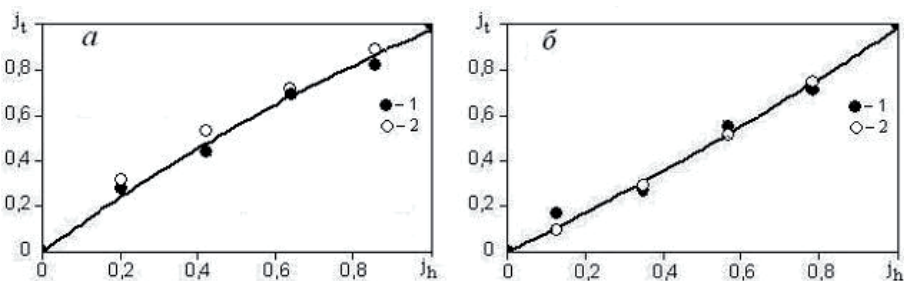


Рис. 4.7. Выпуклый (*а*) и вогнутый (*б*) варианты графика зависимости j_t от j_h и их полиномиальная -1 и степенная -2 аппроксимации.

7. В [12] показана идентичность зависимости относительной температуры кристаллизации воды $j_t = t / t_s$ от относительного давления $j_p = P / P_s$ и концентрации солей в водных растворах $j_k = K / K_{эв}$, содержащихся в породах горных пород, где $t_{эв}$, $P_{эв}$ и $K_{эв}$ - эвтектические значения температуры, давления и концентрации солей, в данном контексте имеющие смысл максимальных величин в нормирующей формуле (1.1). На рис. 4.8 представлены график и степенная формула этой зависимости.

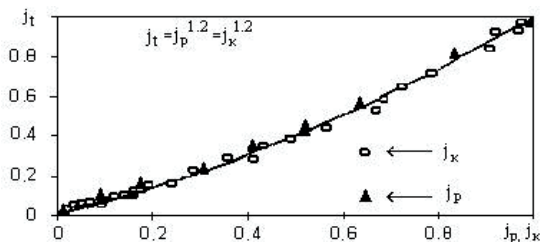


Рис. 4.8. Зависимость j_t от j_p и от j_k

Согласно пояснениям к формулам (4.1) и (4.2) показатель степени 1,2 в формуле на графике является членом ряда ОЗС, величина которого $\varphi = 1,2 - 1 = 0,2$, 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. 4.2. Как видим, сопоставимость результатов - высокая.

Таблица 4.2. 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 рис.4.6 и 4.8, показывает, что температуры кристаллизации и переохлаждения воды по-разному зависят от давления, первые при его повышении понижаются, вторые – повышаются.

8. Автором совместно с Л.Т. Роман [22] определялись коэффициенты теплопроводности (λ , ккал/м· час· °С) талых и мерзлых грунтов разного состава. Эти данные ранее опубликованы в виде таблиц зависимости размерных λ от состава грунта, его теплового состояния и коэффициента

водонасыщения. Дальнейший анализ показал, что эту зависимость тоже можно описать формулами (4.1) или (4.2). Для примера на рис. 4.9 приведены графики связи нормализованных с помощью формулы (1.1) коэффициентов теплопроводности j_λ и водонасыщения j_w талых и мерзлых глинистых грунтов и торфа, при $A=0,58, B=0,43, z=A+1=1,58$ для глин и $A=0,08, B=0,92, z=A+1=1,08$ для торфов. Они также подтверждают выдвинутые выше теоретические положения: сумма численных коэффициентов полиномов $A+B \approx 1$; расчеты по формулам (4.1) и (4.2) при $z = A+1$ дают близкие результаты.

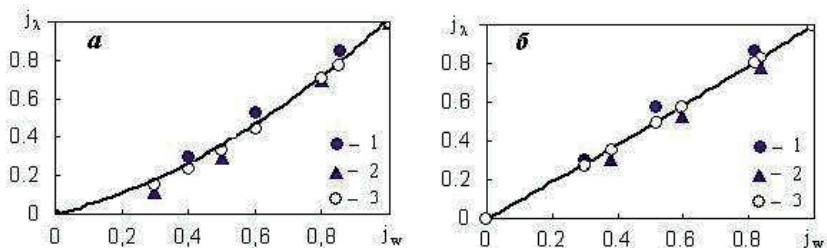


Рис. 4.9. Зависимость j_λ от j_w талых (а) и мерзлых (б) глинистых грунтов - 1 и торфа - 2, рассчитанная по полиномиальной – кривые, и степенной -3, формулам; $R^2=0.98$.

9. В [3] установлен количественный вид зависимости массы (m) древесной зелени (хвои и не одревесневших побегов) и отдельно хвои сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris*) от ее диаметра (d) в северной и средней тайге на территории Республики Коми для всех встречающихся в ней типов леса. Это крупное, весьма репрезентативное исследование, базирующееся на обобщении сотен определений характеристик деревьев. Для выражения результатов в размерном виде авторам [3] понадобилось более десятка формул. Покажем, что весь этот обширный материал можно обобщить одной формулой.

Таблица 4.3. Максимальные и минимальные величины диаметра ствола - d_{max} , d_{min} (см), массы зелени (z) и хвои (x) сосны - m_{max} , m_{min} (кг / дерево)

Подзона	d_{min}	m_{min}	$d_{max}(z)$	$m_{max}(z)$	$d_{max}(x)$	$m_{max}(x)$
Северная тайга	0	0	40	91	40	63
Средняя тайга	0	0	40	76	40	46

Максимальные и минимальные значения размерных параметров по данным [9], необходимые для расчетов по формуле (1.1) сведены в табл. 4.3.

На рис. 4.10 приведен построенный нами по этим данным общий график зависимости безразмерной массы древесной зелени и хвои $j_m = m / m_{max}$ сосны от безразмерного диаметра ствола $j_d = d / d_{max}$ в северной и средней тайге и найдены их аппроксимации, как и выше в виде полиномиальной (4.1) и степенной (4.2) функций.

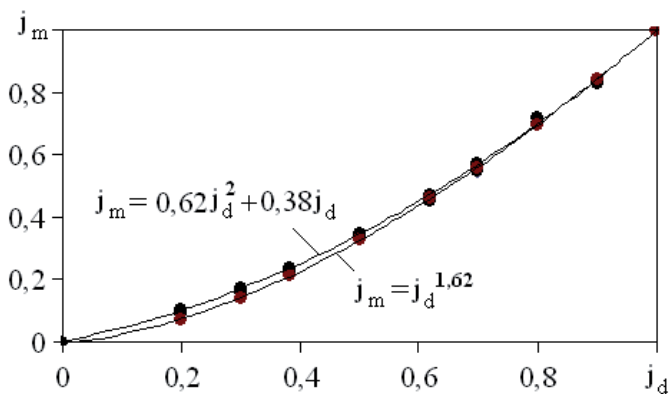


Рис 4.10 График зависимости $j_m(j_d)$ и формулы кривых (значки – экспериментальные точки)

Достоверность аппроксимации для всех вариантов высокая - $R^2 \geq 0,998$. Экспериментальные точки на рис. 4.10 при всех вариантах условий практически сливаются друг с другом, т.е. зависимость $j_m(j_d)$ инвариантна.

Численные коэффициенты формул практически равны константам ЗС. Максимальное отличие А от φ_2 всего 7%.

График на рис. 4.10 или формулы (4.1)-(4.2) универсальны, их можно использовать для приближенного определения обобщенной массы древесной зелени хвойных деревьев в пределах всей таежной зоны. Порода дерева и условия произрастания будет отражена в величинах соответственных пар d_{\max} и m_{\max} . Например, нужно определить массу хвои у сосны с диаметром ствола 0,32 м; максимальные диаметр и масса хвои известны: 0,45 м и 65 кг. Вычисляем $j_d = 0,32/0,45 = 0,71$. По формуле (4.1) при $A = 0,618$ находим безразмерную массу хвои: $j_m = 0,618 \cdot 0,5 + 0,382 \cdot 0,71 = 0,58$, а затем и размерную: $m = 65 \cdot 0,58 = 37,7$ кг. Аналогично по формуле (4.2): $j_m = 0,71^{1,618} = 0,574$; $m = 65 \cdot 0,574 = 37,4$ кг.

8. Многолетний и сезонный прирост диаметра дерева. На графиках рис. 4.11 приведены примеры зависимости относительного диаметра j_d от относительного возраста $j_\tau = \tau / \tau_{\max}$ (τ - текущее время, годы; τ_{\max} - возраст дерева) в двух возможных модификациях формы кривой этой зависимости: вогнутой и выпуклой. Первая представлена теневыносливой пихтой на Аляске, вторая - теплолюбивой сосной на севере (п. Нумто) и юге (п. Караганда) Тюменской области, по наблюдениям Т.В.Карлстрема и С.П. Арефьева [12]. Величины безразмерного диаметра отложены на оси ординат, безразмерного времени - на оси абсцисс, размерного времени - на верхней горизонтальной оси. Начало отсчета на графике А - 1578 год, на графике Б - 1579 год, на графике В - 1777 год. Кривыми показан многолетний ход j_d по данным наблюдений - толстые линии, и его аппроксимации - тонкие линии. Из-за высокой достоверности аппроксимирующих формул - $R^2 > 0,99$ и те и другие почти сливаются. Как и в предыдущих случаях формулы аппроксимации представляют собой полином 2-й степени с коэффициентами

близкими к ЗС. Кружками на рис.4.11 обозначены j_d , вычисленные по формуле (4.1), численный коэффициент которой равен 0,618 для вогнутой кривой и -0,618 для выпуклой.

Несмотря на то, что численные коэффициенты в аппроксимирующих формулах несколько отличаются от констант ЗС, на величину j_d это почти не влияет – вычисленные по формуле (4.1) при коэффициентах, равных константам ЗС, значения j_d ложатся на кривую, построенную по фактическим данным.

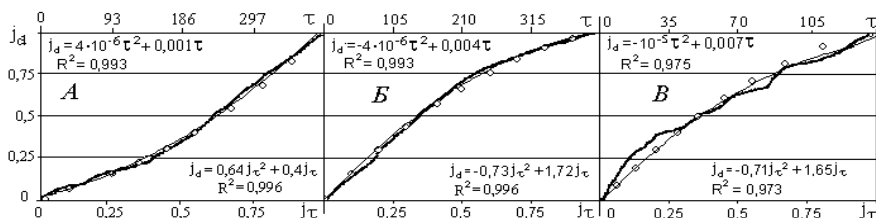


Рис. 4.11. Зависимость j_d от j_τ для пихты на Аляске (А) и сосны в Нумто (Б) и Караганде (В)

На рис. 4.12 приведен график роста относительного диаметра (j_d) сосны в Московской области в теплый период года, построенный по данным [6]. Сглаженная кривая (тонкая) на графике – аппроксимация функций $j_d(j_\tau)$ и $j_d(\tau)$, кружками обозначены j_d , вычисленные по формуле (4.1) при $A=-0,62$. Как видим, и в сезонном ходе значения j_d , рассчитанные по формуле ЗС практически ложатся на кривую фактических данных.

Внешне графики на рис. 4.11Б, В и 4.12 очень похожи. Разница только в том, что размерное время во втором случае измеряется не в годах, а в сутках .

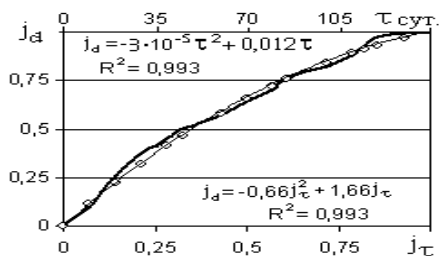


Рис. 4.12. Сезонный ход j_d .

9. Густота насаждений, фитомасса и диаметр ствола. Связи между размерными величинами фитомассы, диаметра ствола и густоты насаждений в сосновых молодняках Приангарья детально исследованы в [21]. Получены количественные выражения связей, в частности фитомассы (кг) и диаметра (см) в степенном и квадратичном виде, найдены численные коэффициенты в этих выражениях для дерева в целом и его фракций (ствола, ветвей, хвои, корней) при разной густоте насаждений ($\Gamma = 100, 180, 400, 700, 900$ тыс. стволов на гектар). Установлено [21], что при всех значениях Γ фитомасса с увеличением диаметра растет; максимальный запас фитомассы (оптимум) наблюдается при густоте насаждений $\Gamma = 700$ тыс. стволов на гектар, с понижением и повышением Γ относительно оптимума, фитомасса убывает. Как показали расчеты, нормализованные с помощью формулы (1.1) величины фитомассы j_m разных фракций дерева при одинаковых величинах относительного диаметра ствола j_d мало отличаются друг от друга. Для примера на рис. 4.13 показана общая зависимость j_m хвои, ствола и всего дерева от j_d для $\Gamma = 700$, а на рис. 4.14 – то же, для всей совокупности значений Γ , но отдельно для хвои, ствола и всего дерева.

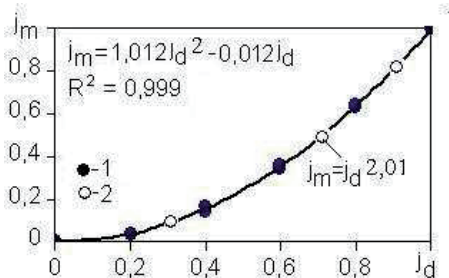


Рис. 4.13. Зависимость j_m от j_d хвои, ствола и всего дерева для $\Gamma=700$ (1- фактические данные и (кривая) их аппроксимация полиномиальной формулой (4.1), 2 – расчет по степенной формуле (4.2).

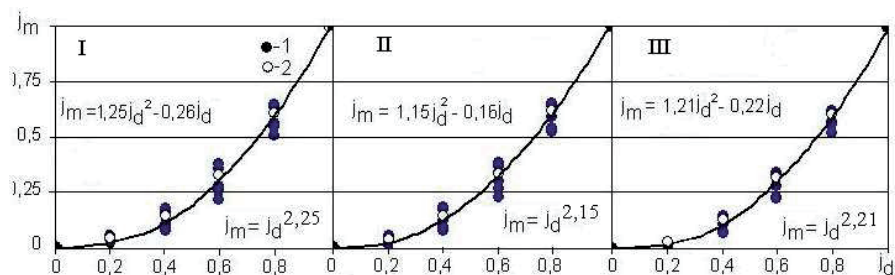


Рис. 4.14. Общая для всех Γ зависимость j_m от j_d хвои – I, ствола – II и всего дерева – III (1- фактические данные и (кривая) их аппроксимация полиномиальной формулой (4.1), 2 – расчет по степенной формуле (4.2).

Как и раньше кривые с высокой достоверностью ($R^2 > 0,99$) аппроксимированы полиномиальными формулами вида (4.1). Их численные коэффициенты А и В в сумме составляют 1, т.е., равны сумме констант ОЗС. В то же время, они отличаются от стандартной формы ОЗС: здесь $A > 1$. Это означает, что А равно не ϕ , как в предыдущих примерах, а $1/\phi = \Phi$. Для того, чтобы получить стандартное соотношение констант в ОЗС, нужно разделить обе части уравнений на Φ . Например, делим все численные коэффициенты полиномиальной аппроксимации на левом графике рис. 4.14 на $A=\Phi=1,25$ и тогда получаем $0,8 \approx 1-0,18$ или $1 \approx 0,8+0,19$. Это стандартная

структура ОЗС, в которой основной (большей) константой является $\varphi = 0,8$, согласно расчету по формуле (2.5), соответствующая уровню упорядоченности $n=0,13$.

Расчеты j_m по формулам (4.1) и (4.2) с показателем степени $z=A+1$ дают идентичные результаты. Значения численных коэффициентов в формулах для всех фракций при разных значениях Γ не сильно отличаются друг от друга.

10. 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. Нормализация размерных величин продукции и возраста осуществлялась по формулам (1.1) и (1.2). В первом случае получилась выпуклая кривая – рис. 4.15а, во втором вогнутая – 4.15б. Зависимость j_{pr} от j_τ аппроксимирована полиномиальной (4.1) и степенной (4.2) формулами. Суммы коэффициентов в полиномиальных формулах, как и в других приведенных примерах приблизительно равны 1. Показатель степени z в формуле (4.2), как и раньше, рассчитан: на рис. 4.15а (для выпуклой кривой) по формуле $z = -A$; на рис. 4.15б (для вогнутой кривой) по формуле $z = 1+A$. Как видим, в первом случае расхождение между результатами расчетов по формулам (4.1) и (4.2) довольно заметное (до 20%), во втором – они практически совпадают

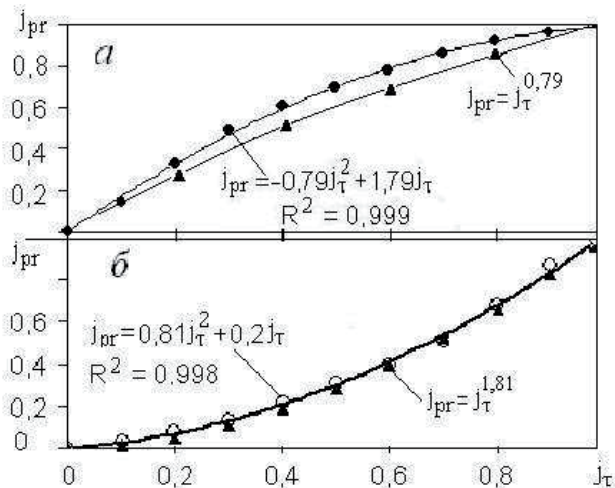


Рис. 4.15. Графики и формулы зависимости j_{pr} от j_{τ} (пояснения в тексте)

Уровни упорядоченности (количество условных частиц) n и устойчивости $Z = 1/n$ вычисляются с помощью логарифмической формулы (2.5). Но при отрицательных A она не работает, поскольку под логарифмом появляется отрицательное число. Эта формальная трудность в этом и в других подобных примерах устраняется приведением констант ОЗС к стандартному виду, как суммы двух долей единицы. Разделив численные коэффициенты в левой и правой части аппроксимации на рис. 4.15а на больший из них (1,79), получаем их новые значения: $0,56 = -0,44 + 1$, значит $\varphi = 0,56$, а $1 - \varphi = 0,44$. Подставив $\varphi = 0,56$ в (2.5), получаем: $n = 1,41$; $Z = 0,71$.

11. В [35] 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. Используя эти цифры, по формуле (1.1) определены относительные числа больных j_b и их возраста j_v , построен график функции $j_b(j_v)$ и найдены ее полиномиальная и степенная аппроксимации – рис. 4.16, показывающие

близкие результаты. Сумма численных коэффициентов в полиномиальной формуле примерно равна 1, что характерно для ОЗС.

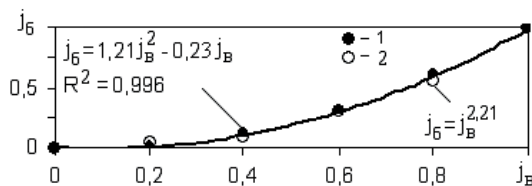


Рис. 4.16. График зависимости $j_б$ от $j_в$ и его полиномиальная -1 и степенная - 2 аппроксимации

12. Максимальный показатель степени полинома в большинстве случаев, но не всегда равен 2. При $n > 2$ увеличивается количество его членов, например при $n = 4$:

$$j_y = A \cdot j_x^4 + B j_x^3 + C \cdot j_x^2 + D j_x, \quad (4.1)'$$

но как показал анализ фактического материала, сумма численных коэффициентов остается близкой к 1, как и при $n = 2$. Т.е. суммы положительных и отрицательных коэффициентов ведут себя как доминанта и субдоминанта в двухэлементной системе, и при $n > 2$ справедливы правила, сформулированные выше. Для описания вогнутых кривых в этом случае также может быть использована степенная формула (4.2)

На рис. 4.17 приведены графики I-III, отражающие зависимости относительных значений параметров разных систем: возраста грунтовых пластов $j_{вр}$ от глубины $j_г$ в Игарке – I; высоты деревьев распространенных пород (ель, сосна, береза, осина) $j_в$ от диаметра $j_д$ в Ленинградской области – II; спектральной степени черноты $j_ч$ плоского слоя газа от его оптической толщины $j_{тол}$ – III. Исходные данные для построения графиков I-II взяты из [13, 18], графика III из [20].

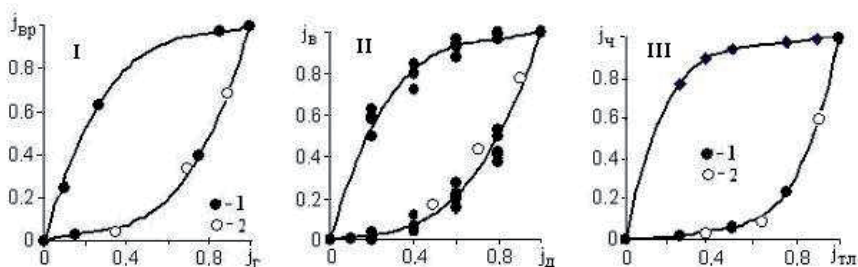


Рис. 4.17. Графики зависимостей: $j_{вр}$ от j_w ; j_v от j_d и $j_ч$ от $j_{тгл}$, аппроксимированные полиномиальной -1 и степенной -2 формулами (пояснения в тексте).

Графики аппроксимированы полиномом (4.1)', достоверность аппроксимации R^2 во всех случаях близка к 1.

В табл. 4.4 сведены: коэффициенты в формуле (4.1)', их сумма и показатель степени в формуле (4.2): при $n = 4$ (график III) величина ε равна А плюс 1, а при $n = 3$ (графики I и II) – сумме положительных коэффициентов плюс 1. Как видим, численные параметры формул соответствуют сформулированным выше закономерностям двухэлементных систем.

Таблица 4.4. Численные коэффициенты в формуле (4.1') и их суммы (S) для выпуклой (Вп) и вогнутой (Вг) кривых, а также показатель степени ε в (4.2).

№	Вид	A	B	C	D	S	ε
I	Вп	1.64	-3.97	3.33	0	1	-
	Вг	1.64	-0.94	0.3	0	1	2.94
II	Вп	1.89	-4.38	3.5	0	1.01	-
	Вг	1.21	-0.34	0.13	0	1	2.34
III	Вп	-3.39	9.92	-10.72	5.19	1	-
	Вг	4.01	-4.97	2.2	-0.24	1	5.01

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. Базаров И.П. Термодинамика. М.: Высшая школа, 1975, 445 с.
3. Бобкова К.С., Тужилкина В.В., Робакидзе Е.А. Ресурсная характеристика древесной зелени *Pinus Silvestris (Pinaceae)* в лесах северо-востока европейской России // Растительные ресурсы, 1, 2008. С. 51-59
4. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. М.: Наука, 1980, 975 с
5. Будыко М.И. Климат и жизнь. Л.: Гидрометиздат, 1971, 472 с.
6. Ваганов Е.А., Шашкин А.В., Свидерская И.В., Высоцкая Л.Г. Гистометрический анализ роста древесных растений. Новосибирск: Наука, 1985. 102 с.
7. Вялов С.С. Реология мерзлых грунтов. М.: Стройиздат, 2000, 464 с.
8. Гелашвили Д.Б. и др. Основы мультифрактального анализа видовой структуры сообщества // Успехи современной биологии. Т. 128, 1, 2008. С. 21-34.
9. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высшая школа, 1991, 366 с.
10. Климшин М.А. Астрономия наших дней. М.: Наука, 1986, 560 с.
11. Коновалов А.А. О деформации и разрушении мерзлых грунтов // Криология Земли, 4. 2002, с. 54-62.
12. Коновалов, А. А. Деформационная модель развития экогеосистем // Новосибирск: "Гео". 2011. – 146 с
13. Коновалов А.А., Иванов С.Н. Реконструкция истории климата по групповым палиноспектрам (на примере Западной Сибири). Saarbrücken, Germany, Palmarium Academic Publishing, 2012. 119 с.

14. 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
15. Коновалов А.А., Гашев С.Н., Казанцева М.Н. Зональное распределение биотических таксонов на территории Западно-Сибирской равнины. Вестник ТГУ, 6, 2013, с. 48-57.
16. Коровяков Н.И. Планета хрупкая и вертится по частям? // Знак вопроса, 2, 2004, с. 3-13.
17. Кошкин Н.И., Ширкевич М.Г. Справочник по элементарной физике. М.: Наука, 1974. 255 с.
18. Ледяева А.С. Обоснование оптимального раскроя хлыстов методом линейного программирования. Автореферат дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2007. 29 с.
19. Мельников В.П., Нестеров А.Н., Поденко Л.С., Решетников А.П. Метастабильные состояния газовых гидратов при давлениях ниже давления равновесия лед-гидрат-газ // Криосфера Земли, 2011, 4, с. 80-83.
20. Михеев М.А., Михеева И.М. М.: Энергия, 1973. 320 с
21. Пшеничникова Л.С. Продуктивность сосновых молодняков разной густоты // Факторы продуктивности леса. Новосибирск: Наука, 1989. С. 36-52.
22. Роман Л.Т. Мерзлые торфяные грунты как основания инженерных сооружений. Новосибирск: Наука, 1987. 193 с.
23. Савельев Б.А. Гляциология, М., МГУ, 1991, 288 с.
24. Сороко Э.М. Структурная гармония систем // Минск: Наука и техника, 1984 -265 с.

25. Стахов А. П. Введение в алгоритмическую теорию измерения. М.: Советское Радио, 1977. – 288 с.
26. Стахов А.П. Гармония как “золотая” парадигма современной науки. Академия Тринитаризма. М.: Эл. № 77-6567, публ. 15599, 15.10.2009.
27. Телевизионный курс сопротивления материалов. Напряженное состояние и устойчивость. М.: Высшая школа, 1981, 168 с.
28. Тимашев А.Д. Обобщенное золотое сечение и теория времени, 1996 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://rusnauka.narod.ru/lib/physic/commgold/commgoldf.htm>.
29. Физико-географический атлас Мира. Л.: Гидрометеиздат, 1964, 275 с.
30. Философский словарь. М.: Госполитиздат, 1981, 445 с.
31. Фролов Н.М. Температурный режим гелиотермозоны. М.: Недра, 1966, 156 с.
32. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1974, 568 с.
33. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. М.: Мир, 1976, 367 с.
34. Шавлов А.В. Лед при структурных превращениях. Новосибирск: Наука, 1996, 188 с
35. 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.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ.....	1
2. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ	2
<i>Стадийность и цикличность развития.....</i>	-
<i>Шкалы и регулярность циклов, связь с золотым сечением... 5</i>	5
<i>Икосаэдро - додекаэдрическая симметрия</i>	8
<i>Дихотомия систем, золотое сечение</i>	9
<i>Обобщенные золотые сечения (ОЗС) и энтропия.....</i>	11
<i>Иерархия систем, приведение многомерных систем к</i> <i>двухмерным</i>	15
<i>Фрактальность и колебательный режим развития</i>	18
<i>Связь ОЗС с вращательными циклами Земли</i>	23
<i>“Фибоначчиевы” последовательности</i>	25
<i>Показатели взаимодействия компонентов системы</i>	30
<i>Характер взаимодействия компонентов системы</i>	31
3. ПРОЯВЛЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ ОЗС	35
4. НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ОЗС	42
<i>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</i>	63
<i>ЛИТЕРАТУРА</i>	64

Авторская справка

1. Коновалов Александр Александрович
2. Доктор техн. наук, канд. географических наук
3. Главный науч. сотр., Института проблем освоения Севера СО РАН, профессор Тюменского Государственного нефтегазового Университета
4. Тел./факс (3452) 24-26-42; *E-mail: konov7@rambler.ru*
5. Дом. адрес: 625048 Тюмень, ул. Мориса Тореза, 2, кв. 210, т. (3452) 40-19-89

Коновалов Александр Александрович, геофизиолог, географ, специализируется в области физики и механики мерзлых грунтов, теории развития природных систем. Автор более 300 публикаций по этой тематике. Доктор технических и кандидат географических наук. Главный научный сотрудник Института проблем освоения Севера СО РАН, профессор Тюменского Государственного нефтегазового университета, Россия.

Ключевые слова. Природные системы, закономерности их функционирования, природные циклы, количественные связи, золотое сечение, обобщение данных

Люблю **книги**
ljubljuknigi.ru



yes
I want morebooks!

Покупайте Ваши книги быстро и без посредников он-лайн - в одном из самых быстрорастущих книжных он-лайн магазинов!
Мы используем экологически безопасную технологию "Печать-на-Заказ".

Покупайте Ваши книги на
www.ljubljuknigi.ru

Buy your books fast and straightforward online - at one of the world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at
www.ljubljuknigi.ru

OmniScriptum Marketing DEU GmbH
Heinrich-Böcking-Str. 6-8
D - 66121 Saarbrücken
Telefax: +49 681 93 81 567-9

info@omniscrptum.com
www.omniscrptum.com

OMNIScriptum



ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

А.А Коновалов

*Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень, ул. Володарского, 38, Konov7@rambler.ru
Институт проблем освоения Севера СО РАН, 625003, Тюмень, а/я 2774*

Аннотация. Обсуждаются общие закономерности функционирования природных систем и методология количественного анализа взаимосвязи их компонентов. Показана их связь с вращательными циклами Земли. Разработана методика выявления количественных связей между наблюдаемыми параметрами систем разной природы. Приведены примеры их оценки. Показан преимущественно полиномиальный или степенной характер этих связей, причем численные коэффициенты расчетных формул близки к пропорциям золотого сечения. Предлагаемая методика может служить междисциплинарным средством обобщения и выявления общего в системах разной природы.

Для географов, геокриологов, биологов, экологов и других специалистов, интересующихся природными системами, их структурой и количественными закономерностями их функционирования, а также студентов и аспирантов этих специальностей.

1. ВВЕДЕНИЕ.

Эффективным способом обобщения параметров природных систем является их нормализация, т.е. приведение к относительному виду:

$$\varphi = (x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}), \quad (1.1)$$

или:

$$\varphi_c = 1 - \varphi = (x - x_{\max}) / (x_{\min} - x_{\max}) \quad (1.2)$$

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

С помощью этих формул 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 разного генезиса и общие закономерности их развития.

Выражения (1.1) и (1.2) широко используются в технических науках при описании процессов и состояний в обобщенных переменных в качестве критериев подобия симплексного типа, представляющих собой отношения параметров одной размерности.

Цель исследования - разработать методику обобщения результатов наблюдений за природными системами различного генезиса с использованием формул (1.1) или (1.2), и продемонстрировать ее возможности и универсальный характер.

“При изучении наук примеры полезнее правил” (И.Ньютон). 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.

2. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ.

Стадийность и цикличность развития. Общим свойством функционирования земных систем (экогеосистем) любого типа и ранга

является спиралеобразная цикличность, характеризующаяся повторяемостью в каждом цикле участков подъема и спада, составным (иерархическим) характером циклов и их затуханием во времени. Каждая из них появилась и развивается за счет вещества и энергии предыдущих, проходя в развитии четыре возрастные стадии (фазы), обусловленные вращением Земли: три явные (светлые, теплые) и одну неявную (темную, холодную). Первую стадию можно сопоставить с весной в годовом цикле или утром в суточном (ювенальной фазой), вторая – с летом или днем (зрелостью), третья – с осенью или вечером (старостью) и четвертая – с зимой или ночью (сном) [12, 13].

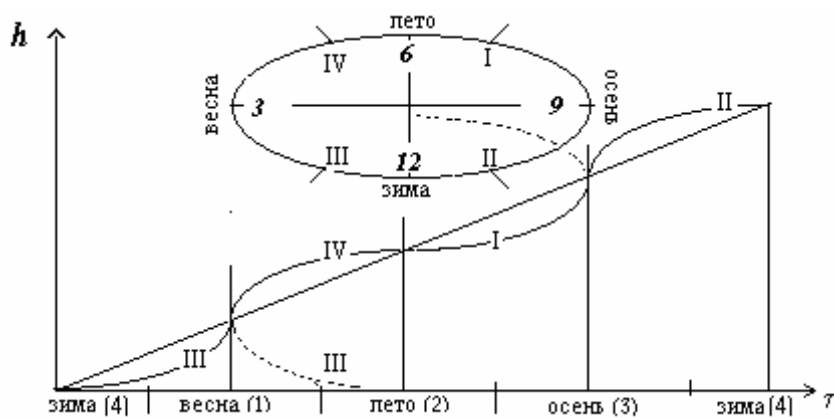


Рис. 2.1. Схематический вид траектории развития (I-IV – номера тактов, 1-4 – номера стадий, h - вертикальная проекция развертки, τ -время)

Сказанное иллюстрируется рис. 2.1, на котором изображена развертка орбиты вращения Земли вокруг Солнца; примерно такой же вид имеют развертки орбит вращения Земли вокруг своей оси и Луны вокруг Земли. В повторяющихся циклах центры 1-й и 2-й стадий, а также 3-й и 4-й, соединяются линиями (тактами) затухающего вида; центры 2-й и 3-й, а также 4-й и 1-й – тактами возрастающего вида. Эти четыре такта объединяются в два полупериода: подъема (становления – от середины 4-й стадии до середины 2-й) и спада (деградации - от середины 2-й стадии до середины 4-й).

Можно делить орбиту и иначе: на теплый (верхняя половина орбиты) и холодный полупериоды. Аналогичные стадии - четверти месяца (недели) и полупериоды - подъем от новолуния до полнолуния и спад от полнолуния до новолуния, выделяются и на лунной орбите. На вертикальной оси графика на рис. 2.1 отложен временной ход вертикальной составляющей развертки орбитального движения. Его можно трактовать и как относительную работу по вертикальному перемещению h планеты весом P , которая равна относительной деформации: $Ph/Ph_2 = h/h_2 = j$, где h_2 – годовая величина h .

Таким образом, вращательный механизм мегасистемы Солнце-Земля-Луна – это своего рода четырехтактный двигатель, побуждающий круговращение энергии и определяющий циклический характер существования земных систем любой природы, размерности и ранга.

Эволюционный (“жизненный”) цикл экогеосистем, представляющий собой генерализованную совокупность ее разнородных и разнопериодных колебаний (флуктуаций), подобен основным вращательным циклам Земли – годовому, суточному и месячному и инициируется ими, проходя, как и составляющие его колебания те же стадии и периоды развития. Но в отличие от орбитального движения он имеет начало и конец – формально из-за разрыва круговой орбиты между тактами II и III (“зимой”, в 4-й стадии – рис. 2.1) и развертывания ее в наклонную волнистую линию. На земной орбите эти моменты соответствуют началу “весны” и концу “осени”. Середины этих стадий на развертке орбиты – точки бифуркации, в окрестностях которых скорость развития (“весной”) и деградации (“осенью”) системы стремится к своему максимуму, и либо погибает при достижении этой скорости, либо меняет свой вектор и выходит на новый виток развития.

Кроме вынужденных колебаний экогеосистемы претерпевают и собственные колебания, вызванные “столкновениями” их частей (частиц) и упругими свойствами. Упругость (обратимость)- способность системы

восстанавливаться, проявляется в ответ на внешнее не катастрофическое воздействие, зачастую с опозданием и опосредованно, и утрачивается со временем. Именно упругость ответственна за саморазвитие, понимаемое как повторяемость, циклическая последовательность стадий развития экогеосистемы.

Каждое столкновение, воздействие (первый толчок инициируется извне) производит серию затухающих колебаний, постепенно возвращающих систему в равновесное состояние. Отмечается уменьшение со временем длительности геологических эр, теплых и холодных эпох, регрессий и трансгрессий моря, сокращение периодов колебания населения Земли и исторических событий [12, 13].

Образующиеся и развивающиеся при постоянных колебаниях внешних, прежде всего климатических, условий природные системы разного генезиса, состава и ранга имеют слоистую структуру, отражающую эти колебания и их последовательность особенностями морфологии слоев, их наполнением и физико-химическими свойствами. Такая "регистрирующая" внешние условия и время, слоистость [6] обнаруживается как в неживых системах: в геологических и почвенно-грунтовых разрезах, в теле ледника, в археологических раскопах, в палинологических спектрах..., так и в живых: в костях млекопитающих, в кораллах, в чешуе рыб, на поперечных срезах деревьев... Каждый такой слой можно рассматривать как единичное приращение (деформацию) системы, материальное воплощение определенного цикла колебаний внешних условий, как его вещественный эквивалент.

Шкалы и регулярность циклов, связь с золотым сечением. За синодический месяц (примерно 30 суток), происходит около 30 оборотов Земли вокруг своей оси и $30 \cdot 2 = 60$ оборотов приливной волны с максимумами в новолуние и полнолуние; за год – все в 12 раз больше. [10]. Из этого

следует, что двойной приливной (механический) цикл примерно подобен солярным (энергетическим) - годовому и суточному с коэффициентом подобия 12, а суммарный приход солнечной энергии и работа приливной волны соотносятся как энергия упругости и ее работа в законе Гука: $30/60 = 1/2$ [17].

Кроме того, число 30 – количество оборотов Земли вокруг своей оси за месяц, комбинируется из числа 12 (1 месяц = 30 суток $\approx \ln 12^{12}$ суток $\approx 24 \ln 12^{12}$ час). В то же время, величина $12^{12} \approx 10^{13}$ – это и средняя частота тепловых колебаний атомов в секунду. Таким образом, через число $30 \approx \ln 12^{12}$ прослеживается связь между колебаниями в макро – и микросистемах Земли: месячный цикл - 30 оборотов Земли вокруг своей оси равен логарифму атомного - тоже 30 колебаний около своего среднего положения за секунду, но в логарифмическом масштабе.

В 30 сутках 720 часов, следовательно, $\ln 12$ в часовом выражении месяца соответствует $720/12=60$ часам. Для удобства дальнейших рассуждений введем условную единицу времени - 60 час $\approx 24 \ln 12$ час = $Sч$. Она является точкой пересечения двух временных шкал, которыми мы фактически пользуемся: 1) *месячной* с делениями: $Sч$; $12 Sч = 1$ мес.; 12 мес = 1 год (следующим членом этого ряда с некоторой натяжкой можно считать 11 (12) - летний цикл солнечной активности) и 2) *часовой* с делениями: $Sч$; $Sч/60 = 1$ час; 1 час/60 = 1 мин; 1 мин/60 = 1 сек. Отношение коэффициентов этих числовых последовательностей $60/12=5$. Отметим также, что в 60 часах содержится $60/12 = 5$ приливных циклов (в сутках их два).

Началом (минимумом) обеих шкал, календарной и часовой, можно положить период тепловых колебаний атома $\tau_a = 10^{-13} \approx 12^{-12}$ с. Переход от $Sч = 60$ час = 216000 с к τ_a на шкалах с коэффициентами (ценой деления шкал) 12 и 60 осуществляется по формулам: $\tau_a \approx Sч / 12^{16,9}$ и $\tau_a \approx Sч / 60^{10,3}$. $\text{Exp}(16,9/10,3) = 5$, как и отношение цен деления рассмотренных шкал $60/12=5$.

Кроме явно выраженных суточного, месячного и годового природных ритмов, установлены 11 и 22-23-летние колебания солнечной активности – циклы Вольфа и Хейла [32]. Они вызывают возмущение магнитного поля Земли и циркуляции атмосферы и, вследствие этого - колебания поступления тепла и влаги. Следующим в этом ряду является цикл Брикнера. Он не так четко выражен, как первые два цикла. Его период колеблется в пределах 25...50 лет, а в среднем равен 35 годам. А.Л.Чижевский [33] первым подметил совмещенность пиков солнечной активности с землетрясениями и извержениями вулканов, а также вспышками инфекционных заболеваний (холеры, чумы, гриппа...) и социальными катаклизмами (революциями и войнами). Он показал, что наиболее значимые исторические события повторяются примерно через 100 лет, а внутри каждого столетия наблюдается около девяти периодов с разной степенью общественной напряженности, примерно совпадающими с 11- летними циклами солнечной активности. Отмечают и более продолжительные циклы, с периодами до десятков и сотен тысяч лет, вплоть до максимальных – геологических, с периодом 165–200 млн лет и больше. Их объясняют колебаниями эксцентриситета земной орбиты под влиянием соседних планет, движением планет солнечной системы по галактической орбите (период обращения 240–250 млн лет) и увязывают с чередованиями ледниковых и межледниковых эпох и циклами орогенеза [32]. Все приведенные цифры верны лишь приближенно, "в среднем". Характеристики земной и лунной орбит непрерывно изменяются под воздействием других планет, колебаний их взаимного расположения и сил притяжения. Эти воздействия, накладываясь друг на друга, затушевывают четкость ритмов и затрудняют вычленение элементарного времени - инварианта, кратно, без остатка, входящего в периоды всех циклов, связанных с вращением Земли.

Икосаэдро - додекаэдрическая симметрия. Интересно, что иерархия главных вращательных циклов Земли, их совокупности и временные численные константы: 12, 24, 30, 60 совпадают с количественными показателями основных элементов правильных многогранников – с числом входящих в них углов и ребер, т.е. геометрически представимы. Как известно, существует всего пять правильных многогранников: I) тетраэдр; II) куб; III) октаэдр; IV) додекаэдр и V) икосаэдр. В табл. 2.1 приведены суммы геометрических элементов, составляющих эти фигуры – граней (a), углов в каждой грани (b), углов во всех гранях (ab), ребер (v), вершин (z), ребер в каждой вершине (d), ребер во всех вершинах (zd), а также тангенсы половины угла (α) между гранями.

Таблица 2.1. Элементы правильных многогранников

№	A	b	ab	v	z	d	zd	$\text{tg}(\alpha/2)$
I	4	3	12	6	4	3	12	1,41
II	6	4	24	12	8	3	24	1
III	8	3	24	12	6	4	24	0,71
IV	12	5	60	30	20	3	60	0,618
V	20	3	60	30	12	5	60	0,382

Количество граней (a) в додекаэдре, как и количество вершин (z) в икосаэдре, совпадает с количеством месяцев в году, а количество ребер (v) в обеих фигурах – с количеством суток в месяце. В свою очередь, общее количество углов (ab) и ребер в вершинах (zd) фигур в ряду I-V соответствует численным показателям вращательных циклов Земли: 12; $12 \cdot 2=24$; $30 \cdot 2=60$ (или $12 \cdot 5=60$). Отметим также соответствие числа углов в грани додекаэдра ($b=5$), как и ребер в вершине икосаэдра ($d=5$), отношению коэффициентов разрядности двух шкал, выделенных выше на оси времени - $60/12 = 5$. Число 5 связывает додекаэдр и икосаэдр с “золотым” сечением

(ЗС). через посредство тригонометрической и алгебраической формул ЗС: $0,618=1/(2\cos \pi/5)$ и $0,618=2/(1+\sqrt{5})$, а тангенсы половинных углов между гранями этих фигур равны его большей (0,618) и меньшей (0,382) константам (подробней о ЗС ниже).

Черты икосаэдро - додекаэдрической симметрии обнаруживаются в строении земного шара. Ребрам соответствуют срединно-океанические хребты, разломы, активные сейсмические зоны, граням – устойчивые платформенные блоки континентальной коры, а узлам – кольцевые структуры, где находятся центры аномалий магнитного поля, атмосферного давления, гигантских океанических и воздушных завихрений, крупнейшие месторождения полезных ископаемых и зоны крупнейших катастроф. Всего таких узлов 12, они расположены симметрично относительно экватора: пять выше него, пять ниже, перекрестно друг к другу, примерно через каждые 72° , образуя волнообразный круг, еще два – на Северном и Южном полюсах [16]. В частности, печально знаменитый Бермудский треугольник находится в одном из этих узлов.

Дихотомия систем, золотое сечение. 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), флоры

и фауны (а не конкретных растений и животных), “левых” и ”правых” партий (а не их фракций), тепла и холода, влажности и сухости и т.п.

Единичный отрезок, состоящий из двух частей: большей – доминанты φ и меньшей – субдоминанты $\varphi_c = 1 - \varphi$, может служить линейной моделью двухкомпонентной системы. Пространство между φ_c и φ на куполообразном графике “жизненного” цикла системы, включающем “молодость” (подъем), “зрелость” и “старость” (спад) соответствует стадии зрелости. Скорость развития (деформации) на этой стадии постоянна и минимальна за весь цикл, а живые системы обладают репродуктивной способностью [12].

Равновесие и максимальная устойчивость модели достигаются при делении отрезка в золотом сечении, когда соблюдается пропорциональность между целым и его частями и они находятся в гармонии [4, 24- 26]:

$$1/\varphi = \varphi / (1 - \varphi) \quad (2.1)$$

Откуда:

$$\varphi^2 + \varphi - 1 = 0, \quad (2.2)$$

Положительный корень квадратного уравнения (2.2) $\varphi = -0,5 + (0,25 + 1)^{0,5} = 0,61803... \approx 0,62$ или его обратная величина $\Phi = 1/\varphi = 1,61803... \approx 1,62$ называется *золотым сечением* (ЗС). Наряду с отношением диаметра к длине окружности $\pi = 3,14...$ и основанием натуральных логарифмов $e = 2,72...$, $\varphi = 0,62$ (или $1/\varphi$) входит в тройку самых важных и часто употребляемых на практике иррациональных чисел. Причем φ и π связаны непосредственно: $\varphi = 0,5/\cos \pi/5$. Это наиболее распространенное соотношение основных компонентов во многих системах мира, обеспечивающее согласованность их взаимодействия (гармонию), устойчивость и длительное существование [24-26].

Субдоминанту $\varphi_c = 1 - \varphi$ в (2.1) можно понимать как сумму всех частей системы, меньших доминанты φ , а формулу (2.1) в общем случае (при $n > 2$)

переписать в виде последовательности отношений, в каждом последующем члене которого числитель равен знаменателю в предыдущем члене, а величина отношений - константа $\Phi=1,62$:

$$1/0,62 = 0,62/0,38 = 0,38/0,23 = 0,23/0,14\dots \quad (2.1)'$$

В этом ряду знаменатель 3-го члена равен $0,38/1,62=0,23$; 4-го члена - $0,23/1,62=0,14$ и т.д. Эти и подобным же образом (делением предыдущего знаменателя на $1,62$) найденные значения знаменателей являются условием оптимального равновесия (гармонии) многоэлементной системы.

Обобщенные золотые сечения (ОЗС) и энтропия. Проследить соблюдение условия (2.1)' в реальных системах часто не представляется возможным. Существуют другие, более реальные и отработанные способы гармонизации многоэлементных систем. Вообще единичный отрезок (модель системы) делится на части множеством сечений. При этом всегда можно выделить доминанту и рассматривать систему как результат ее равновесного противостояния с суммой остальных частей с усредненной конкретикой. Выражение пропорциональности частей многоэлементной системы для общего случая, когда $1 < q < \infty$, имеет вид [25]:

$$(1/\varphi)^q = \varphi/(1-\varphi) \quad (2.3)$$

Откуда:

$$\varphi^{q+1} + \varphi - 1 = \varphi^n + \varphi - 1 = 0, \quad (2.4)$$

а

$$n = q + 1 = \ln(1 - \varphi) / \ln(\varphi), \quad (2.5)$$

где n – количество частей в единичном отрезке (уровень структурирования системы), а $q = n - 1$ – количество его сечений (делений).

При одном сечении отрезка ($q=1$) на две пропорциональные части ($n=2$) формулы (2.3) и (2.4) обращаются в (2.1) и (2.2).

Вторая и последующие цифры после запятой в величине φ , по-видимому, соответствуют постепенному переходу на уровень микроразмеров, не фиксируемых (“не видимых”) обычными приборами.

Для большей убедительности покажем другой способ вывода выражения (2.4). 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 (газовая или жидко - образная) сообщена с внешней и именно через нее осуществляется обмен энергией и массой между системой и внешней средой.

Выразим емкость системы и составляющие ее вещественную и условно свободную части в относительной форме:

$$1 = Y + C = Y + X^n, \quad (2.6)$$

здесь Y и $C = X^n$ – свободная и вещественная части единичной емкости (или свободная и связанная энергия), n – количество элементов (субсистем, компонентов, частиц, ассоциаций связанных молекул и т.п.) в системе, X - среднее геометрическое из их числа.

Формула (2.6) отражает противостояние Y и $C = X^n$ - абстракций, под которыми можно понимать любые оппозиции, выраженные в относительном виде: связанную и свободную или кинетическую и потенциальную энергии, энтропию и неэнтропию, недостаточность и избыточность и т.п. При всех n с увеличением X величина Y уменьшается. Существуют точки, в которой они сравниваются: $Y=X=\varphi$ (см. рис. 2.2). Очевидно, что в этих точках

система устойчиво уравновешена (гармонизирована) с внешней средой и составляющими ее подсистемами и обладает максимальной долговечностью.

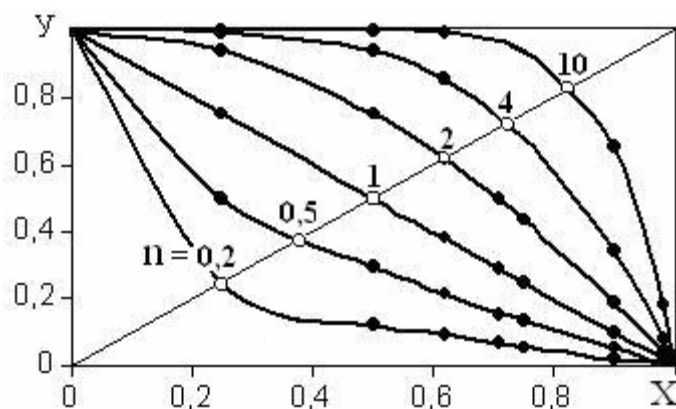


Рис.2.2. График функции Y от X и n (не закрашенные кружки– значения φ для разных n); диагональ прямоугольника, образованного осями графика описывается формулой (2.5).

С учетом подстановки $Y=X=\varphi$, формула (2.6) обращается в (2.4).

Уравнение (2.4) – трансцендентное; для его решения относительно φ применяются численные (приближенные) методы с использованием компьютерных программ. Значения $\varphi = \varphi_n$, вычисленные при разных целых $n \geq 1$, - обобщенные золотые сечения (ОЗС) по [24], их можно также назвать индексами доминирования, соответствующими данному структурному уровню n приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2. 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	0,499	4	0,725	8	0,812	11	0,844	16	0,877	20	0,894
2	0,618	5	0,755	9	0,824	12	0,853	17	0,882	23	0,903
3	0,682	6	0,778	10	0,835	14	0,866	18	0,886	27	0,913

Хорошее совпадение (до десятых долей процента) с табличными значениями φ_n дают также приближенные формулы (2.7) – во всем диапазоне изменения n , и (2.8) – при $n < 10$ [12, 14]:

$$\varphi_n = (\varphi_{n-1})^\eta, \quad \eta = 0,5^{1/n} \quad (2.7)$$

$$\varphi_n = 0,5 + 0,16 \ln(n) \quad (2.8)$$

Согласно [24] “обобщенные золотые сечения суть инварианты, на основе и посредством которых в процессе самоорганизации естественные системы обретают гармоническое строение, стационарный режим существования, структурно-функциональную устойчивость.” Собственно Золотое сечение получается при подстановке в (2.4) $n = 2$.

Обратная величина $1/\varphi = \Phi$ показывает сколько φ вмещается в единицу, при изменении φ от нуля до 1. Проинтегрировав $1/\varphi$ в пределах от 1 до φ , получаем формулу, совпадающую с формулой безразмерной (относительной) энтропии: $S_o = \ln\varphi - \ln 1 = \ln\varphi$ (энтропии по [2], деленной на постоянную Больцмана), отражающей соотношение части и целого. В этом, общем, случае под знаком логарифма понимается любое число, большее нуля, как $0 < \varphi < 1$, так и $1 < \Phi < \infty$. Логарифм числа – безразмерная величина. Это означает, что число под логарифмом фактически (но по умолчанию) есть отношение размерной величины к ее размерности, как условно неделимой (элементарной) частице целого, например, $5\text{м}/\text{м} = 5$, а не 5м. Т.е., величине n в (2.4) – (2.5) можно придать термодинамический смысл, как соотношения энтропий меньшей и большей констант гармонии системы.

Энтропия – сложное, многогранное понятие с не проясненным до конца смыслом [2, 12], в общем характеризующее разрушительное действие времени. Но имеются и более простые, наглядно представимые аналоги энтропии, например деформация нагруженной системы, которая, так же как и энтропия, со временем только увеличивается, но при этом непротиворечиво,

через упругость, отражает разное направление развития на этапах становления (подъема) и деградации (спада) системы, определяя его циклический характер. Причем, при $V/V_0 \leq 1,1$ относительная энтропия $\ln(V_T/V)$ практически равна относительной деформации $j = 1 - V_0/V$ (здесь V и V_0 – текущий и начальный объем). Превышение V над V_0 в 1,1 раза – это немало, если учесть, что большинство твердых веществ при переходе в жидкость изменяет свой объем не более, чем на 9% (в 1,09 раза). Например, таяние льда (конец его существования), сопровождается уменьшением его объема всего на 8,3%. У других веществ изменение (увеличение) объема при плавлении еще меньше: у магния - 4%, у натрия и олова -5%, у сурьмы – 0,94% ... [17].

Иерархия систем, приведение многомерных систем к двумерным.

Каждая система представляет собой иерархию подобных друг другу меньших частиц, последовательно вложенных в бóльшие (что-то вроде *русских матрешек*). Структурный уровень (количество частиц) 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 (2.4) *одномерна*; при $n = 2$ – *двухмерна*; при $n = 3$ – *трехмерна* Значение $n=2$ наиболее распространенное. Видимо потому, что все формообразующие поверхности разлагаются на плоские фрагменты и, кроме того, многоэлементные системы можно обобщить и с некоторой погрешностью свести к двухэлементной, представив ее как дихотомию доминанты и суммы остальных элементов. Такую систему в безразмерном виде, используя уже введенные выше обозначения геометрически можно интерпретировать как прямоугольник, сумма большей (доминанты ϕ) и меньшей (субдоминанты ϕ_c) сторон которого равна 1, а площадь – их произведению $\phi \cdot \phi_c = C$.

Для двухэлементной системы площадь прямоугольника C определяется двойкой, как $C = \varphi \cdot \varphi_c$ и $C = (1 - \varphi) \cdot (1 - \varphi_c)$. Обозначим: $(\varphi \cdot \varphi_c)^{0,5} = X_1$; $[(1 - \varphi) \cdot (1 - \varphi_c)]^{0,5} = X_2$. Оба этих выражения – корни квадратного уравнения

$$X_{1,2} = 0,5 \pm (0,25 + C)^{0,5} \quad (2.9)$$

Интервалы изменения X_1 , X_2 и C : $(0 \div 0,5)$; $(0,5 \div 1)$; и $(0 \div 1)$, соответственно (как и у φ). По формуле (1.1) находим обобщенные (нормализованные) значения этих параметров.

$$\begin{aligned} X_{1,об} &= (X_1 - 0,5) / (1 - 0,5) = 2X_1 - 1 \quad \text{и} \quad X_{2,об} = (X_2 - 0,5) / (0 - 0,5) = 1 - 2X_2 \\ C_{об} &= C / (0,5)^2 = 4C \end{aligned} \quad (2.10)$$

Подставив $X_{об}$ и $C_{об}$ в (2.9), после преобразования получаем:

$$C_{об} = 1 - X_{об}^2 \quad (2.11)$$

Рассмотрим возможность аналогичного представления C и $C_{об}$ в многоэлементных ($n > 2$) системах:

$$C = (1 - \varphi_1) \cdot (1 - \varphi_2) \cdot (1 - \varphi_3) \cdot (1 - \varphi_4) \dots \quad (2.12)$$

и

$$C_{об} = 1 - X_{об}^n \quad (2.13)$$

Анализ показал, что в этом случае величину C приближенно можно представить в виде зависимости только от доминанты D – величины φ с максимальной долей в единице (с максимальным "весом"). Причем формула этой зависимости в обобщенном виде имеет структуру, аналогичную (2.11), в которой:

$$D_{об. n} = (D - 1/n) / (1 - 1/n); \quad C_{об. n} = C / (1 - 1/n)^n \quad (2.14)$$

Например, для трех- и четырехэлементной системы:

$$\begin{aligned} D_{об.3} &= (D - 0,33) / 0,67 = 1,5D - 0,5; & C_{об.3} &= C / (0,67)^3 = C / 0,296; \\ D_{об.4} &= (D - 0,25) / 0,75 = 1,33D - 0,333; & C_{об.4} &= C / (0,75)^4 = C / 0,316. \end{aligned} \quad (2.15)$$

Таблица 2.3. Расчет $D_{об}$ и $C_{об}$ для двух-, четырех-, а также (внизу) пятиэлементной системы

φ_1	φ_2	φ_3	$\varphi_4=D$	$D_{об.4}$	$C_{об.4}$	$C_{об.2}$
0,25	0,25	0,25	0,25	0	1	1
0,26	0,24	0,23	0,27	0,03	0,99	0,99
0,35	0,17	0,08	0,4	0,2	0,94	0,96
0,3	0,08	0,12	0,5	0,33	0,9	0,89
0,3	0,05	0,05	0,6	0,47	0,8	0,78
0,07	0,01	0,12	0,8	0,73	0,51	0,46
0,02	0,02	0,01	0,95	0,93	0,15	0,13
0	0	0	1	1	0	0

φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	$\varphi_5=D$	$D_{об.5}$	$C_{об.5}$	$C_{н.2}$
0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0	1	1
0,19	0,1	0,21	0,25	0,25	0,06	0,98	0,99
0,12	0,16	0,24	0,23	0,27	0,09	0,96	0,98
0,05	0,3	0,17	0,08	0,4	0,25	0,93	0,93
0,12	0,18	0,08	0,12	0,5	0,38	0,89	0,86
0,14	0,16	0,05	0,05	0,6	0,5	0,79	0,76
0,03	0,04	0,01	0,12	0,8	0,73	0,51	0,46
0,006	0,024	0,01	0,01	0,95	0,93	0,15	0,13
0	0	0	0	1	1	0	0

В табл. 2.3 приведены: произвольно выбранные, но так, чтобы их сумма составляла единицу, величины элементов двух-, четырех- и пятиэлементной систем, и вычисленные с использованием формул (2.10)-(2.15) обобщенные значения $D_{об}$ и $C_{об}$. Аналогично взяты произвольные значения φ для трех- и десятиэлементной системы и для них также рассчитаны $D_{об}$ и $C_{об}$.

Результаты расчетов для перечисленных систем сведены в график на рис. 2.3. С некоторым допущением можно считать, что все точки на графике ложатся на одну кривую, которая описывается формулой (2.11) для двухэлементной системы. Близкая к идентичной зависимость $C_{об}$ от $D_{об}$ для систем с разным количеством элементов объясняется тем, что величина $(1-1/n)^n$, входящая в C

$C_{об}$, с увеличением n быстро устремляется к $(1/e)=0,3679$, 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%, а при $n=10$ на 5%.

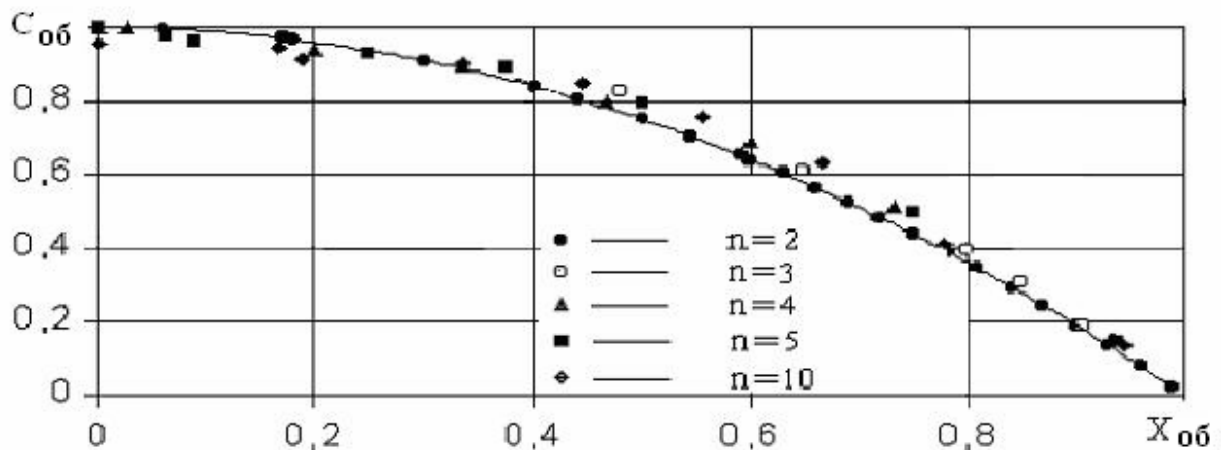


Рис. 2.3. Зависимость $C_{об}$ от $D_{об}$

Порядок расчета $C_{об}$ покажем на примере четырехэлементной системы по данным в 6-ой строчке табл. 2.3 (где $D=0,6$).

1) По формуле (2.12) вычисляем $C_n=C_4$:

$$C_4 = (1-0,3) \cdot (1-0,05) \cdot (1-0,05) \cdot (1-0,6) = 0,253$$

2) По формуле (2.15) для варианта $n=4$ находим $D_{об,4}$ и $C_{об,4}$

$$D_{об,4} = 1,33 \cdot 0,6 - 0,333 = 0,47; \quad C_{об,4} = 0,253 / 0,316 = 0,8$$

3) По формуле (2.11) определяем $C_{об,2}$

$$C_{об,2} = 1 - X_{об,2}^2 = 0,78$$

Таким образом, при любом количестве элементов в системе их взаимодействие можно рассматривать как противоборство доминирующего элемента $X_{об}$ с суммой всех остальных.

Фрактальность и колебательный режим развития. В реальных природных системах взаимодействие частиц очень сложно, отношение субдоминанты к доминанте хотя и близко к “классическим” золотым сечениям (по табл.2.1), но все же отличается от них, значительно чаще соответствуя не целым, а дробным n . Целые n отвечают только правильным геометрическим фигурам (линии, плоскости, кубу...). 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 следующее определение (по [8]): ” ... 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 (2.5) 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 любого уровня 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, индексы доминирования или константы гармонии. Причем $n = 1$ является центром своеобразной симметрии этой последовательности: значения φ_n в области $n < 1$, равны $(1 - \varphi_n)$ для $1/n$ в области $n > 1$. Так, $\varphi_{0,5} = 0,38 = 1 - \varphi_2$; $\varphi_{0,33} = 0,32 = 1 - \varphi_3$; $\varphi_{0,25} = 0,28 = 1 - \varphi_4$; $\varphi_{0,037} = 0,087 = 1 - \varphi_{27}$ и т.д. до $\varphi_0 = 0 = 1 - \varphi_\infty$ (см. рис. 2.2).

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, фронтир и т.п.) наиболее чувствительны к изменениям внешней среды и в наибольшей степени подвержены изменениям (деформации). Т.е. это участки системы, обладающие наименьшей прочностью сцепления частиц (минимальной устойчивостью) и большей вероятностью развала на отдельные фрагменты, а соответственно, и образования (из этих фрагментов) новых форм.

Формула (2.4) отражает замечательное свойство дробей, как частей (фракций) единичного целого: бóльшая часть (φ – доминанта) единичного отрезка, состоящего из n частей, в степени n , равна субдоминанте $\varphi_c = 1 - \varphi$. При этом n может быть любым числом от нуля до бесконечности. Поэтому под ОЗС следует понимать φ_n при любых n , включая дроби.

Все гармоничные системы подобны самим себе на каждом элементарном шаге и в каждом цикле развития. С учетом равновесия свободной и связанной энергии это возможно, если на каждом последующем шаге энергия, неиспользованная (свободная) на предыдущем шаге, используется (связывается) на производство новой субстанции. Тогда, согласно (2.6), на первом шаге развития, например двухэлементной системы связанная энергия равна X_1^2 , а свободная - $Y_1 = 1 - X_1^2$; на втором - $X_2 = Y_1$, $Y_2 = 1 - X_2^2$; на третьем - $X_3 = Y_2$, $Y_3 = 1 - X_3^2$; ... и т.д.: всякий раз свободная энергия предшествующего шага превращается в связанную на последующем.

На графиках рис. 2.4 показана реализация этого алгоритма при разной точности представления величины второго члена ОЗС $X = \varphi_2$ с тремя и пятью знаками после запятой (графики а и б), а также для третьего члена $X = \varphi_3$ (по табл.2.1) с пятью знаками после запятой.

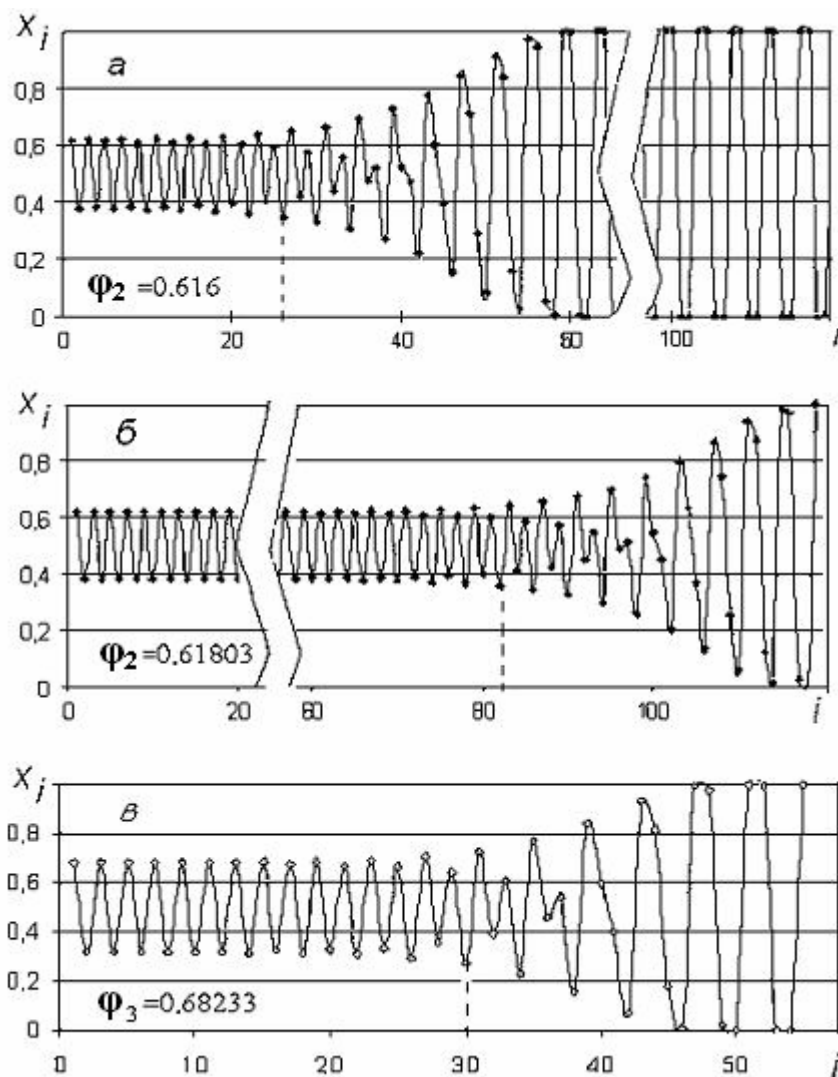


Рис. 2.4. Схематическая модель пошагового развития (i – число шагов (циклов); a – при $X = \varphi_2 = 0,616$; $б$ – при $X = \varphi_2 = 0,61803$; $в$ – при $X = \varphi_3 = 0,68233$)

Согласно этой модели близкие к равновесию системы развиваются в “коридоре” между $1 - \varphi_n$ (вход в коридор) и φ_n (выход) в режиме колебаний около отметки 0,5. Это область зрелости системы, где ее развитие гармонично, производство энтропии минимально, а жизнеспособность максимальна. Ее протяженность зависит от точности задания φ_n и количества частиц n в системе. Чем она точнее, т.е. чем больше в ней знаков после запятой, тем длиннее этот коридор гармонии. В приведенном примере уточнение начального значения $X = \varphi_2$ до пяти знаков увеличивает его

длину, которую можно интерпретировать как долговечность системы, более, чем втрое, с 25 до 82 (пунктирные вертикали на рис. 2.4). Количество знаков после запятой в величине φ_n видимо определяет “жизнеспособность” системы, ее способность длительное время совершать гармонические (обратимые, упругие) колебания в интервале $(1 - \varphi_n) \dots \varphi_n$, т.е. устойчиво функционировать. Последовательности таких гармонических колебаний составляет геометрическую прогрессию, инвариантную величине φ_n или $1/\varphi_n$, длина которой совпадает с долговечностью. Что касается n , то с его увеличением растет ширина коридора гармонии, но убывает пространство свободной энергии, нужной для воспроизводства (жизненный опыт убеждает, что живущие на “широкую ногу” раньше растрачивают свои силы). Чем больше n , а значит и частиц в системе, тем меньше ее долговечность – сравните графики *a* и *b* на рис. 2.4 (см. также табл. 2.2). При одинаковом числе знаков после запятой максимум долговечности системы достигается при $n=2$, в обе стороны от этого значения n она убывает.

Ширину коридора гармонии, ограниченную пространственно-временными пределами, равными константам ОЗС: $(1 - \varphi_n)$ и φ_n , можно сопоставить со стадией зрелости (“летним”, вегетационным периодом) в эволюционном цикле на рис. 2.1, когда жизненные (упругие) силы системы максимальны. У животных и растений стадия зрелости совпадает с репродуктивным возрастом. Этот коридор при всех n имеет одну и ту же ось симметрии, совпадающую по величине с $\varphi_1 = 0,5$, которую можно интерпретировать как внутреннюю энергию системы в безразмерном виде. В терминах механики стадия зрелости соответствует линейной (стационарной) ползучести деформируемого тела [7, 11], когда скорости деформации и производства энтропии постоянны и минимальны за весь эволюционный цикл. φ_n – порог, за которым начинается стадия старения, деградации системы, когда энтропия начинает увеличиваться по нарастающей. Но при

всех φ_n , кроме $\varphi_n = 1$, это еще не максимум энтропии, не полная утрата упругости (обратимости). В условиях колебательного режима существования всех систем φ_n - не точка, а пространственно временная протяженность состояния гармонии, увеличивающаяся с ростом числа колебаний, составляющих жизненный цикл, каким-то образом связанного с ростом количества знаков после запятой в величине φ_n . При этом высокочастотные колебания, присущие, например микромиру или скрытой стадии развития, визуально не проявляются, пики колебаний сливаются в сплошную линию, фиксируемую величиной φ_n или $1-\varphi_n$.

Абсолютная устойчивость системы, отвечающая постоянному пребыванию в гармоническом состоянии, недостижима, так как φ_n при любом n , – есть число с бесконечным количеством знаков после запятой. При любой точности задания величины φ_n стенки коридора однажды начинают расходиться, связи между частицами рвутся и каждая из них постепенно, через все промежуточные значения, переходит на свободные (произвольные) колебания между 0 и 1, в состояние типа броуновского движения. Такое состояние в философии называют “дурной бесконечностью”. Это понятие, введенное Гегелем, относится к представлению о развитии природы как о бесконечной череде круговоротов материи с постоянным возвратом к одним и тем же исходным пунктам. Диалектический материализм “исходит из признания неисчерпаемости материального мира, существования бесчисленного множества различных уровней структурной организации материи, вечного саморазвития и качественных изменений материи и форм ее движения ” [30].

Связь ОЗС с вращательными циклами Земли. Автором обнаружена связь ОЗС (индексов доминирования) с относительной долговечностью твердых (“мерзлых”) тел, в частности мерзлых грунтов и льда [11,12], а через ее посредство с глобальными факторами:

$$(\tau_3 / \tau)^{j_{\text{пл}}} = \xi = (P / P_M), \quad (2.16)$$

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); $j_{\text{пл}} = 0,083$ – предельная деформация, равная относительному уменьшению объема льда при плавлении, совпадающая с частотой месячных оборотов Земли в годовом цикле ($1/12 = 0,083$; $30^\circ/360^\circ = 0,083$).

Вообще многие свойства воды удивительным образом соотносятся с константами вращательных циклов в системе Земля - Луна. Так относительные деформации объемных и энергетических параметров при фазовых превращениях воды примерно подобны [12, 21]:

$$1 - (V_{\text{ж}}/V_{\text{т}}) = 1 - (T_3/T_0) = Q_{\text{пл}}/Q_c \approx j_{\text{пл}} \approx 0,083, \quad (2.17)$$

$$(V_{\text{т}}/V_{\text{ж}}) - 1 = (T_0/T_3) - 1 = (Q_c/Q_{\text{и}}) - 1 \approx j_{\text{кр}} \approx 0,091, \quad (2.18)$$

где $V_{\text{ж}}$ и $V_{\text{т}}$ – объемы жидкой и твердой фазы, T_3 и T_0 – минимальная температура, при которой еще может существовать жидкая фаза (251 К), и температура замерзания воды (273 К) при атмосферном давлении, Q_c , $Q_{\text{и}}$ и $Q_{\text{пл}}$ – скрытые теплоты сублимации, испарения и плавления при $T_3 = -22^\circ\text{C}$ (2830, 2595 и 235 кдж/кг, соответственно [23]).

Обратные величины коэффициентов подобия – $1/0,083 = 12$ и $1/0,091 = 11$ равны числу месяцев в земном и лунном годе. Величина скрытой теплоты плавления льда $Q_{\text{пл}} = 235$ кдж/кг совпадает с универсальной постоянной - квантом энергии. Максимально возможная относительная деформация сжатия любой субстанции равна 1. Твердая фаза воды (начальная при оттаивании) состоит из $1/0,083 = 12$, а жидкая (начальная при замерзании) – из

1/0,091=11 частей (квантов) по $Q_{пл}=235$ кДж/кг каждая [11, 12].

В табл. 2.4 приведены: значения первых одиннадцати ОЗС, относительной долговечности τ/τ_3 и прочности $(\tau_3/\tau)^{0,083} = \mathcal{L}$, рассчитанные по формуле (2.16). Величины τ/τ_3 представлены последовательностью, 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 в системе Земля - Луна (весна, лето, осень, зима или утро, день, вечер, ночь).

Таблица 2.4. Значения φ_n , $D=\ln(\tau/\tau_3)$ и $\mathcal{L}=(\tau_3/\tau)^{0,083} = (P/P_M)$

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	4380	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
\mathcal{L}	0,5	0,613	0,687	0,728	0,753	0,771	0,79	0,800	0,810	0,820	0,846

Эти числа совпадают с календарными отрезками года, наиболее часто используемыми на практике: полугодием, кварталом, месяцем, неделей или их частями. Например, если принять $\tau_3=1$ час, то эти числа, примерно соответствуют количеству часов в полугодии, в полумесяце, в полунеделе, в четверти недели, сутках и т.д. 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, в четверти квартала и т.д. Т.е. эти выделенные числа соответствуют с одной стороны последовательности целых чисел 1, 2, 3, 4, ..., с другой – последовательности ОЗС (φ_n).

Как видно из табл.2.4, 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.2.4. Таким образом, странное, на первый взгляд, совпадение ОЗС с относительной прочностью мерзлого тела $\xi = (P/P_m)$ имеет вполне материалистическое объяснение.

“Фибоначчиевы” последовательности. Как в классической математике, используя натуральные числа в качестве множителя, можно составить бесчисленное множество геометрических прогрессий, так и в Математике Гармонии [24], используя ее аналоги натуральных чисел – ОЗС, также можно составить бесчисленное множество рядов типа известной последовательности Фибоначчи (F_m): 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 22 ... , примерно с 10-го члена переходящей в геометрическую прогрессию с множителем, близким к величине $\Phi_2 = 1/\varphi_2 = 1,62$ [24]. Французский математик Люка, живший в XIX веке, показал, 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 уже с 8-го члена, отношение последующего к предыдущему примерно равно 1,62.

Особенно убедительно проявление последовательности Фибоначчи в филлотаксисе (расположении листьев) растений [26]. Листья на стебле располагаются по винтовой оси. Число оборотов вокруг оси стебля для

последовательного перехода от нижнего листа к верхнему, расположенному точно над нижним, называется листовым циклом. Винтовое листорасположение принято характеризовать 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: $1/2, 1/3, 2/5, 3/8, 5/13, 8/21, 13/34, \dots$ При этом установлено, что для различных растений характерны свои дроби филлотаксиса. Например, дробь $1/2$ свойственна злакам, березе, винограду; $1/3$ - осоке, тюльпану, ольхе; $2/5$ - груше, смородине, сливе; $3/8$ - капусте, редьке, льну; $5/13$ - ели, жасмину и т.д. 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 спиралям, 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.

Последовательности, подобные “фибоначчиевой”, в которых отношение последующего члена к предыдущему стремится к n - у члену ОЗС можно составить для любого из них, руководствуясь простым правилом: количество единиц в их начале должно совпадать с порядковым номером ОЗС - n , а последующие члены (F_m), считая от последней единицы, определяться по формуле:

$$F_m = F_{m-1} + F_{m-n}, \quad (2.19)$$

Например, для первых четырех членов ОЗС согласно этому правилу получаются следующие ряды: 1) $1, 2, 4, 8, 16, 32, \dots$; 2) $1, 1, 2, 3, 5, 8, \dots$ (собственно ряд Фибоначчи); 3) $1, 1, 1, 2, 3, 4, 6, 9, 13, 19, 28, 41, 60, \dots$; 4)

1,1,1, **1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 14, 19, 26, 36...** Нетрудно удостовериться в том, что частное от деления последующего члена на предыдущий в этих рядах стремится, соответственно, к первому ($\Phi_1 = 1/\varphi_1 = 2$), второму ($\Phi_2 = 1,62$), третьему ($\Phi_3 = 1,47$) и четвертому ($\Phi_4 = 1,38$) членам ОЗС. При делении предыдущего члена на последующий, получаются обратные величины: $\varphi_1 = 0,5$; $\varphi_2 = 0,62$; $\varphi_3 = 0,68$ и т.д. Ряд 1 – классическая геометрическая прогрессия, широко известен; применяется, например, для подсчета делящихся клеток, описания “демографического взрыва” и других лавинообразных процессов. Ряд 2 (Фибоначчи), наиболее актуальный при анализе систем любой природы, охарактеризован выше. Ряды 3 и 4 можно применять для моделирования начального этапа развития, характеризующегося низкими темпами деформирования.

Формула (2.19) фактически означает, что каждый последующий член F_m равен сумме предыдущего F_{m-1} и одного из ранее идущих членов ряда. Какого? – зависит от n . Например, при значениях n , равных 1, 2, 3, 4...27 (по табл. 2.2), вторые слагаемые в формуле (2.19) равны: F_{m-1} , F_{m-2} , F_{m-3} , F_{m-4} ..., F_{m-27} . Причем, как показал анализ, начальные члены количеством n не обязательно должны быть равными 1. Последовательности, составленные по сформулированным выше правилам, демонстрируют удивительную самоорганизацию. Согласно расчетам, при любых произвольно выбранных начальных числах отношение соседних членов, довольно быстро выходит на величину золотого сечения φ_n .

Для примера в табл. 2.5 приведена такая последовательность F_m для $n = 4$, при котором (см. табл. 2.2) $\varphi_4 = 0,724$, с произвольно выбранными первыми 4-мя цифрами, и отношения ее соседних членов. Из нее видно, что величина $\psi = F_{m-1} / F_m$ стремится к значению $\varphi_4 = 0,724$ и достигает его примерно на 15-17-ом члене ряда.

Таблица 2.5. “Фибоначчиева” последовательность F_m для $n=4$, и отношения ее соседних членов $\psi=F_{m-1}/F_m$.

m	F_m	ψ	m	F_m	ψ	m	F_m	ψ	m	F_m	ψ
1	0,6	-	6	16,6	0,703	11	84,4	0,715	16	425,4	0,724
2	6	-	7	23,6	0,702	12	118	0,727	17	587,6	0,725
3	7	-	8	33,6	0,76	13	162,2	0,727	18	810,6	0,725
4	10	-	9	44,2	0,727	14	223	0,725	19	1118	0,724
5	10,6	0,638	10	60,8	0,72	15	307,4	0,723	20	1543,4	0,724

На рис. 2.5 показана зависимость величины членов “фибоначчиевых” рядов от их порядкового номера для первых трех членов ОЗС в полулогарифмическом масштабе и даны ее формулы. С хорошей достоверностью ($R^2 > 0,99$) они линейны. Анализ показывает, что коэффициент пропорциональности в формулах, стремится к величине логарифма соответствующего члена ОЗС: 1) $\ln 2=0,693$; 2) $\ln 1,62=0,481$; 3) $\ln 1,47=0,385$ и т.д. С учетом этого, находим предельную формулу F_m для всего множества рядов ОЗС:

$$F_m \approx (\Phi_n)^m \quad (2.20)$$

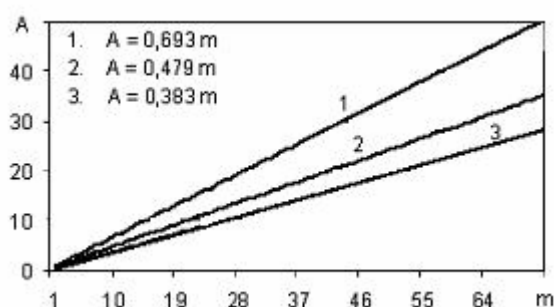


Рис. 2.5. Зависимость $A=\ln(F_m)$ от m при $n=1, 2$ и 3

Последовательностями подобного типа, в которых каждый последующий член больше предшествующего примерно в ϕ_n раз, можно описать становление (созревание) системы. Для описания второго периода

жизненного цикла - 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, ...

Последовательности ОЗС и Фибоначчи отражают один из законов природы, который касается структурирования различных систем Мироздания и регламентирует организацию пространственно-временных элементов в единое целое, и являются эффективными инструментами анализа экогеосистем. Члены первой из них (ОЗС) соответствуют количеству элементов n в системе, вторые – числу циклов m развития. Первые более фундаментальны, первичны, поскольку вторые составляются на их основе.

Несмотря на некоторый мистический шлейф, тянущийся за этим законом с древних времен, когда открывшие его жрецы и монахи очевидно использовали его в эзотерических практиках, он нисколько не таинственней и удивительней других существующих независимо от нашего сознания законов природы. И также до конца не познаваем (собственно, именно он и указывает на невозможность полного познания Мира), но, в общем, поддается материалистическому истолкованию.

Показатели взаимодействия компонентов системы. И так: чем меньше частиц в системе, тем меньше границ между ними и, следовательно, больше прочность (устойчивость) их связей. 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: $X=1-Z$. Хаотическое состояние системы означает свободное (неуправляемое) движение ее частиц. Очевидно, что максимум устойчивости $Z=1$ и отсутствие хаоса $X=0$ достигается при $n=1$, но в этом случае в системе нет субъектов самоорганизации – свободных частиц. В результате этого утрачивается некая

“квазиживая” сила, обеспечивающая способность системы к самоорганизации, под которой понимается согласованное (гармоническое) взаимодействие ее частиц, включающее самовосстановление параметров системы после неразрушительной деформации [12]. В механике аналогом этой силы является упругость, характеризующаяся модулем Юнга, равным напряжению, при котором линейный размер тела увеличивается вдвое [17]. Т.е. для развития нужна определенная доля хаоса (в позитивном смысле этого понятия - свободы), 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 $n > 2$, убывает.

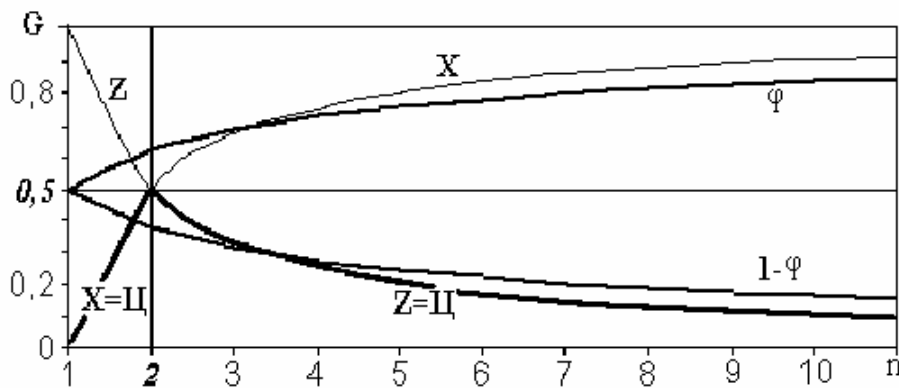


Рис. 2.6. Зависимость G (φ , $1-\varphi$, Z , X и Ψ) от n

Графики зависимости перечисленных параметров от n показаны на рис. 2.6. Значения φ , Z и X , все изменяющиеся в диапазоне $0 \dots 1$ для удобства обозначены одной буквой G ; горизонталь $G=0,5$ – это ось симметрии дихотомий, вертикаль $n = 2$ – ось симметрии “жизненного” цикла системы. Кривая - Ψ , состоящая из двух отрезков: кривой X при $n=1 \dots 2$ 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 $n > 2$), заканчивающегося при $n \rightarrow \infty$ разрушением [12]. На рис.2.6 эта составная кривая выделена жирным шрифтом.

Из рис. 2.6 следует, что максимально согласованное, гармоническое, взаимодействие компонентов системы, с наибольшим потенциалом энергии развития (“жизненной силы”), наблюдается при $n = 2$, когда $Z=X=0,5$; $\varphi=0,62$.

Характер взаимодействия компонентов системы. Проследим его на примере биоты Западно-Сибирской равнины. Здесь выделяют 10 примерно совпадающих друг с другом геоботанических и зоогеографических зон и подзон [15]: 1) северная тундра, 2) южная тундра, 3) лесотундра, 4) северная тайга, 5) средняя тайга, 6) южная тайга, 7) подтайга, 8) северная лесостепь, 9) южная лесостепь, 10) степь. Специфика биотического разнообразия выделенных природных комплексов отражена их порядковыми номерами, которые увязаны с величиной индекса сухости J – безразмерного параметра, ответственного за соотношение тепла и влаги, поступающих из атмосферы [4]. Найдено [15] количественное выражение этой связи. Установлено, что численность биотических таксонов, и флористических и фаунистических, изменяются одинаково: с севера на юг они сначала увеличиваются, а затем, уменьшаются. Смена вектора происходит в подтайге - северной лесостепи, из чего следует, что условия обитания биоты наиболее благоприятны в области перехода тайги в лесостепь, где индекс сухости колеблется в пределах $0,95 \div 1,2$.

В табл. 2.6, составленной совместно с д.б.н. С.Н. Гашевым и к.б.н. М.Н. Казанцевой [15] приведено распределение численности видов животных и растений по выделенным природным комплексам.

На рис.2.7 показана видовая зависимость констант взаимодействия ϕ , Z и X , обозначенных общим символом G , от i для двух систем биоты, отличающихся характером взаимосвязи: 1) птицы и млекопитающие; 2) растения и животные. Величина ϕ определялась как отношение доминирующей компоненты к сумме доминанты и субдоминанты. В первой системе, как правило, доминируют птицы, во второй - растительность.

Таблица 2.6. Число видов: П – птиц, М- млекопитающих, Ж - животных (Ж=П+М) и Р - сосудистых растений в подзонах ЗСР (i – номер подзоны, J – индекс сухости; подчеркнуты максимумы видов)

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
J	0,4	0,6	0,75	0,87	0,96	1	1,1	1,3	1,5	1,9
П	73	148	194	207	257	246	<u>271</u>	259	252	208
М	18	32	42	51	59	60	<u>67</u>	63	67	58
Ж	91	180	236	258	316	306	<u>338</u>	322	319	266
Р	57	126	99	174	247	380	493	<u>540</u>	449	215

Такого же типа графики для таксонов последующих рангов (род, семейство, отряд...) имеют подобную конфигурацию. Общим у графиков, характеризующих взаимодействие разных групп животных (слева на рис.2.7) и животных и растений (справа) является только то, что в обоих случаях устойчивость Z с высокой достоверностью ($R^2 > 0,995$) линейно связана с показателем гармонии (ОЗС – индексом доминирования) ϕ , пропорциональна ему. В остальном графики существенно отличаются.

Левые графики отражают взаимодействие птиц и млекопитающих, составляющих единую фаунистическую компоненту биоты и, очевидно, не сильно противоборствующих друг другу. Это подтверждается анализом констант ϕ , X и Z , рассчитанных по данным табл. 2.3 по приведенной выше

методике. На всем исследуемом пространстве эти величины изменяются мало, в пределах 6-8 %, что соизмеримо с точностью наблюдений. Мало отличаются они и по рангам иерархии. Так средние зональные значения $\varphi = \varphi_{\text{ср}}$, для четырехчленной иерархии *отряд, семейство, род, вид* соответственно равны: 0,72; 0,73; 0,77; 0,8, а их среднее арифметическое - 0,76 [15]. Величины $X=1-Z$ прямо пропорциональны φ ; коэффициент пропорциональности равен 1,076. Следовательно, так же мало изменяются величины X и Z . Сочетание средних значений устойчивости $Z_{\text{ср}} \approx 0,14$ и показателя гармонии $\varphi_{\text{с}} \approx 0,76$ далеко от оптимума, равного $Z_{\text{ср}} \approx 0,5$ и $\varphi_{\text{ср}} \approx 0,62$, причем вся область значений φ , Z и X находится в деградационной стадии, где $n = 1/Z > 2$ (по рис. 2.6). Все это указывает на относительно малую взаимозависимость между этими группами фауны.

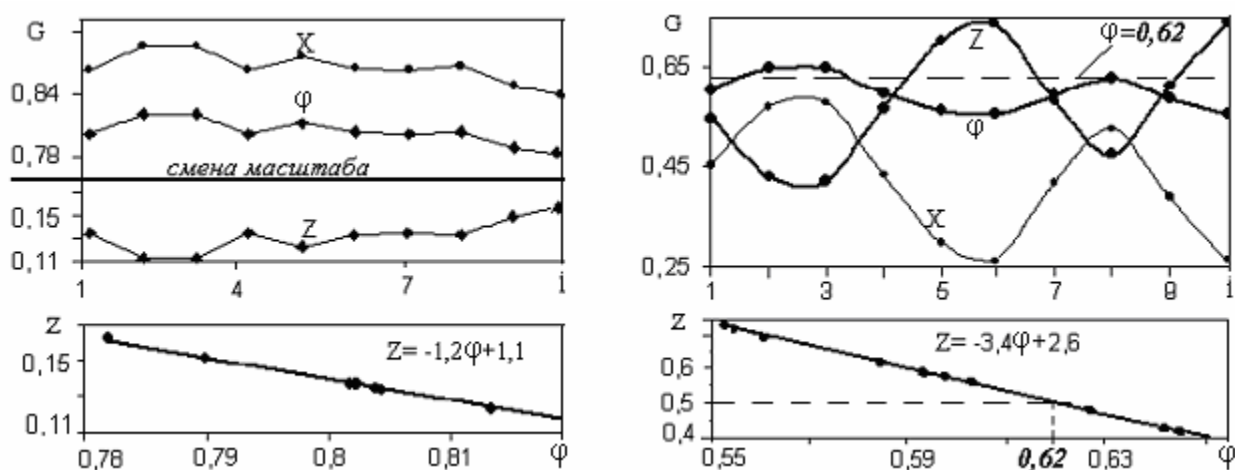


Рис. 2.7. Зависимость $G(\varphi, Z, X)$ от i и Z от φ для двух систем: млекопитающие-птицы (слева) и животные-растения (справа).

Иная картина наблюдается при анализе дихотомий, включающих фаунистические и флористические компоненты биоты - правые графики на рис. 2.7, противостоящие и устойчиво уравновешенные между собой по классической схеме "охотник (едок) – жертва (еда)".

Из табл. 2.6 видно, что в северной (холодной и влажной) фитосфере, где $J < 1$, доминируют животные, а в южной (теплой и сухой), где $J > 1$, - растения, только в степи вновь доминируют животные.

В обеих частях фитосферы величина доминанты убывает от границы леса с лесостепью в сторону пустынь – арктических на севере и тропических на юге. Значения φ при анализе определялись как отношения фактической доминанты, таксонов животных или растений, к их сумме. Волнообразные колебания показателей гармонии φ , и особенно устойчивости Z и хаоса X от одной подзоны к другой в этом случае более выражены.

Средние зональные величины $\varphi_{\text{ср}}$: 0,57; 0,59; 0,60 и $Z_{\text{ср}}$: 0,66; 0,59; 0,56 в ряду семейство-род-вид довольно близки, особенно на видовом уровне к оптимуму развития: $Z_{\text{ср}} \approx 0,5$ и $\varphi_{\text{ср}} \approx 0,62$, причем вся область значений φ , Z и X находится в стадии роста, когда $n = 1/Z < 2$. Наблюдается два пика φ : на границе леса и степи – в северной лесостепи, где величина $\varphi = 0,62$ оптимальна, и на границе леса и тундры – в лесотундре, где величина $\varphi \approx 0,65$ близка к оптимальной. Устойчивость, наоборот, на этих границах минимальна, но также близка к оптимуму развития $Z=0,5 \dots 0,55$. Максимальная устойчивость $Z = 0,73$, при минимальном показателе гармонии $\varphi = 0,55$ - в таежной зоне. Таким образом, анализ свидетельствует об устойчивости и высокой степени согласованности (гармонии) совместного функционирования флоры и фауны, как единой системы, и наличии резервов ее дальнейшего позитивного развития.

3. ПРОЯВЛЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ ОЗС

Свойства ОЗС проявляются при описании и оценке как стационарных (установившихся) состояний, так и процессов их установления.

Стационарным ОЗС посвящена обширная литература [14, 24-26, 28 ...].

Стационарные ОЗС описываются простыми полиномами вида (2.2) или, реже

(2.4). Значения φ_n , рассчитанные по этим формулам, характеризуют только предельные (конечные) состояния. Не учитывается постепенность установления наблюдаемых параметров. Приведем характерные примеры проявления ОЗС такого рода.

1. 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 Н-О и Н-Н несколько больше 0,099 и 0,162 нм, а угол в вершине треугольника Н-О-Н равен $109,5^\circ$. Отношения сторон 0,099/0,162 и углов $109,5/180$ равны $ЗС \approx 0,61$. 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 вместе с расстоянием между молекулами 0,276 нм образуют ряд, в котором каждый последующий член находится с предыдущим в отношении: $0,276 / 0,452 = 0,452 / 0,737 = 0,61$ [23, 34].

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 [17] (отметим, что эта температура близка к температуре тела всех высших животных), при которой активность тепло- и массообмена максимальна, составляет $100-37=63^\circ$. Соотношения $63/100 = 0,63$ и $37/100 = 0,37$ примерно равны константам ЗС.

3. Пропорция распределения основных статей расхода воды, поступающей на сушу из атмосферы: осадки 73 см, полный сток 26 см, испарение 47 см [29], также близка к величине ЗС: $47 / 73 = 0,64$; $26 / 73 = 0,36$.

4. Среднеширотная температура воздуха равна 16°C ; изолиния этой температуры проходит примерно по 35° с.ш. [5], которая делит угловое

расстояние между экватором и северным полюсом на две части (рис. 3.1):
 $35/90=0,39$ и $55/90=0,61$.

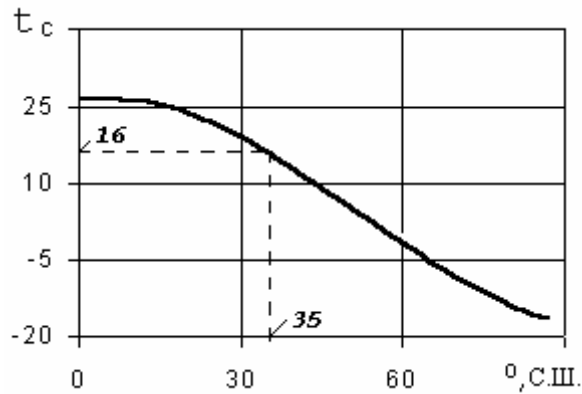


Рис. 3.1. Распределение среднеширотной температуры воздуха t_c .

5. На рис. 3.2 показана зависимость продукции растительности (фитопродукции) Pr от радиационного баланса B и индекса сухости J [4]. Величина $J=B/UL$ (U - годовая сумма осадков, $L=0,6$ ккал / $см^3$ – скрытая теплота парообразования), выражает соотношение тепла и влаги. Во всех случаях максимум продукции приходится на $J \approx 0,62$ – золотое сечение.

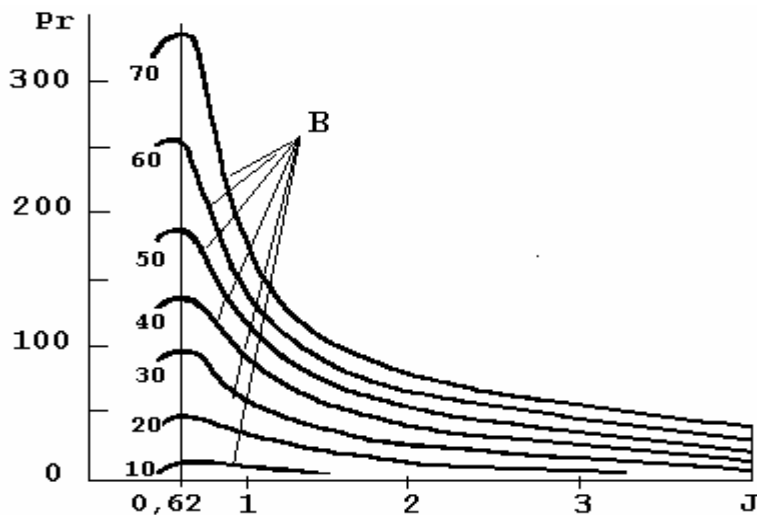


Рис. 3.2. Зависимость фитопродукции Pr , т/(га · год) от радиационного баланса B (ккал/ $см^2$ · год) и индекса сухости J (доли единицы)

6. Максимальные значения индекса сухости в обоих полушариях приурочены примерно к 22-й параллели, на этой же широте в Северном полушарии наблюдаются и минимумы продукции растительного покрова и запасов фитомассы [5]. Угловое расстояние этой параллели от южного полюса Земли равно $(90+22)/180=0,62$, от северного- $(90-22)/180=0,38$.

7. Фитопродукция и фитомасса убывают в сторону арктических и жарких пустынь, в направлении уменьшения и увеличения индекса сухости J , соответственно. Это видно из рис. 3.3 [9], на котором показано зональное распределение этих величин. В приатлантическом и континентальном секторах Евразии и Северной Африки величины Pr и Vm четко следуют за J , минимум и максимум последнего и минимумы Pr и Vm приурочены к 24-й и 66-й параллелям – поясу жарких пустынь с одной стороны и поясу арктических пустынь и тундр с другой. Изолиния максимума J (24-я параллель) делит угловое расстояние между этими параллелями в пропорции, близкой к ЗС: $0,36$ и $0,64$.

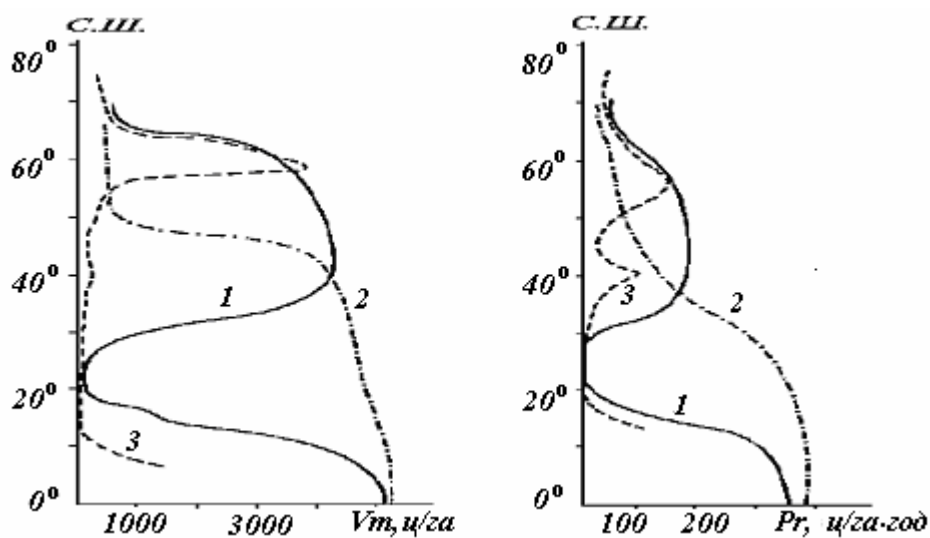


Рис. 3.3. Зональное распределение фитомассы Vm и фитопродукции Pr . Секторы: 1-приатлантический, 2-притихоокеанский, 3-континентальный.

8. 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 уравнений 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. 3.1 приведены значения $v_{сд}$, $v_{пр}$, $v_{пр.н}$ для разных материалов [17], а также величины их отношений. Как видим, последние очень близки к золотым сечениям: $v_{сд}/v_{пр}$ к $\varphi_2 = 0,62$ и G/E к $1 - \varphi_2 = 0,38$, а $v_{сд}/v_{пр.н}$ к $\varphi_1 = 0,5$ (столбцы 4-6), причем суммы $v_{сд}/v_{пр} + (v_{сд}/v_{пр})^2 \approx 1$ (столбцы 4-5), что отвечает формуле (2.2).

Таблица 3.1. 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

При необходимости величины n можно определить точнее, в дробных числах. Например, у железа $v_{сд} / v_{пр.н} = \varphi = 0,55$; по формуле (2.5) находим, что это значение φ соответствует $n=1,35$, значит 0,55 - это ОЗС, которое обозначается как $\varphi_{1,35}$.

Как видно из этого примера, величина отношений, которые в наших обозначениях можно идентифицировать как φ , изменяется от 0,5 до 0,64, что, согласно формуле (2.5), соответствует уровням упорядоченности $n \approx 1 \div 2,3$ и находится в пределах реального количества пространственных мерностей.

9. Многочисленными опытами установлено, что твердое тело переходит из упругого состояния в пластичное, когда отношение пределов его текучести при сдвиге и растяжении изменяется в интервале $0,55 - 0,6$ [27], что близко к ЗС, точнее к ОЗС при $n \approx 1,4 \div 1,8$.

10. В табл. 3.2 приведены экспериментальные значения относительной (нормализованной) прочности супеси $P_{от}$ при $t = -10^\circ\text{C}$ ($P_{от} = P / P_{ус}$ – аналог φ_n , где $P_{ус}$ – условно мгновенная прочность при $\tau_{ус}=1$ мин), при разной долговечности (τ , мин), полученные при разных видах испытаний [7], и рассчитанные по формуле (2.12) при $j_{пл}=0,11$.

Таблица 3.2. Зависимость $P_{от}$ от τ (мин) при 1) сжатии, 2) растяжении, 3) сдвиге, 4) расчет по формуле (2.12)

τ	$P_{от.1}$	$P_{от.2}$	$P_{от.3}$	$P_{от.4}$
1	1	1	1	1
10	0,84	0,79	0,78	0,78
60	0,65	0,61	0,61	0,63
180	0,56	0,55	0,54	0,56
480	0,5	0,5	0,5	0,51
720	0,49	0,48	0,47	0,48

Табл. 3.2 демонстрирует хорошую сходимость экспериментальных данных с расчетами по формуле (2.12), а также практическую полезность

представления результатов опытов в относительных показателях. При всех видах напряженного состояния на каждый отрезок времени они получаются практически одинаковыми. Благодаря этому, количественные зависимости, установленные из опытов для одних мерзлотно – грунтовых условий, при одном виде напряженного состояния можно перенести и на другие условия и состояния.

11. В табл. 3.3 приведены площади воды и суши на Земле [28]. 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. 2.1) значению φ_n при $n=2$, в Южном – $n=8$, в целом на Земле – $n=4$.

Таблица 3.3. Площадь (млн.км² и доли ед.-курсив) воды и суши на Земле

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

Пропорции ЗС проявляются и в общественно – экономических и демографических системах. Два примера:

12. Доля госсобственности в экономике ряда ведущих стран мира составляет: в Италии – 55%, в Швеции – 62%, в Китае – 65,8%, в США – 32%, в России – 10% [24]. Эти цифры довольно точно отражают уровень экономического развития этих стран и роль ЗС как его показателя.

13. По данным ООН население Земли на начало XXI века составляло 5960 млн. Доминировала Азия – 3615 млн, остальной мир -2345 млн. Подсчитываем относительные значения доминанты и субдоминанты $\varphi = 3615/5960 \approx 0,61$; $\varphi_c = 0,39$. Эти величины близки к константам ЗС.

4. НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ОЗС

Несмотря на обширную литературу, широкое признание и даже популярность феномена ЗС, формулы вида (2.2) или (2.4) на самом деле имеют ограниченное применение. Как уже отмечалось, они описывают только отдельные (конечные) состояния - φ_n , а не весь процесс до их достижения.

Эмпирически установлено [12, 14], что для описания процесса развития природных систем также подходит полином вида (2.4), или чаще (2.2), но усложненный коэффициентами А и В, отвечающими за изменение параметров:

$$j_y = A \cdot j_x^n + B \cdot j_x, \approx A \cdot j_x^n + (1-A) \cdot j_x, \quad (4.1)$$

где j_x и j_y – аргумент и функция переменных, выраженных с помощью формул (1.1) или (1.2) в относительном виде, изменяющихся, как и φ , от 0 до 1.

Величина n , как и в формуле (2.4), теоретически может быть любой, но чаще всего $n=2$, и в отличие от формулы (2.4) она не увязана с j_x .

В качестве постоянных А и В выступают константы золотого сечения. Для ускоряющихся процессов, развивающихся по вогнутой кривой, $A \approx \varphi_n$; для затухающих, развивающихся по выпуклой кривой $A \approx -\varphi_n$; в обоих случаях $B \approx 1-A$. Коэффициенты А и В могут быть и целыми числами, обратными φ_n , т.е. равными $\Phi_n = 1/\varphi_n$. В предельном состоянии, когда $j_y = j_x = 1$, формула (4.1) обращается в формулу (2.4).

Для вогнутой кривой при $n=2$ (наиболее частый случай) решение имеет простой, симметричный относительно φ_n и j_τ , вид:

$$j_\tau = \varphi_2 \cdot j_\tau^2 + \varphi_2^2 \cdot j_\tau$$

Судя по рассмотренным ниже примерам, в большинстве процессов проявление ЗС описывается именно этой формулой.

Достаточно хорошее совпадение с фактическими данными дает также степенная формула с показателем степени z :

$$j_y = j_x^z, \quad (4.2)$$

Причем у вогнутых кривых $z = 1 + A$, а у выпуклых $z = A$

Степенные формулы типа (4.2) сводятся к линейным общего вида $\ln(y) = z \ln(x)$. Поэтому, несмотря на меньшую точность по сравнению с полиномами, они удобней для расчетов и экономичней, так как для определения неизвестного z теоретически достаточно знать всего одну, любую пару соответственных значений j_y и j_x , тогда $z = \ln(j_y) / \ln(j_x)$. (Все же для статистической достоверности необходимо брать в расчет не менее трех таких пар).

Анализ показал, что при значениях A , близких к золотому сечению (0,62), результаты расчетов по формулам (4.1) и (4.2) мало отличаются как у выпуклых, так и у вогнутых кривых. При других A у выпуклых кривых это отличие увеличивается и использование степенной формулы (4.2) становится не корректным. У вогнутых кривых разница в расчетах по обеим формулам всегда невелика - не превышает 10%. Т.е., использование формулы (4.2), вместо (4.1) более актуально для вогнутых кривых. В то же время выражения выпуклых кривых обратны выражениям вогнутых. И ничто не препятствует выпуклую кривую превратить в вогнутую, поменяв местами оси x и y , либо нормализовав размерные параметры по формуле (1.2), а не по формуле (1.1) – см. примеры ниже. Вообще уместно применять обе формулы, поскольку заранее неизвестно, графику какой из них отвечает вогнутая кривая.

Ниже приведены примеры проявления ОЗС в различных природных системах и процессах - климатических, биологических, геофизиологических и др. При этом демонстрируется реализация предлагаемой методики обобщения данных, ее порядок и аналитические возможности. В качестве исходного материала использованы связи сложных размерных показателей,

определение которых требует больших объемов работ, со сравнительно простыми, относительно легко определяемыми. К сложным можно отнести, например, динамику прироста ствола и фитопродукцию растений или деформацию и прочность мерзлых грунтов, давление диссоциации газовых гидратов и др.; к простым, - время, массу, размеры и т.п.

В приведенных ниже примерах для единообразия все нормализованные параметры выражены через j , а их физический смысл – через нижние символы, например: нормализованная температура - j_t , глубина - j_h и т.д. В общем j_y и j_x - это те же φ (или ОЗС), но конкретизированные.

1. В умеренном и холодном поясах годовой цикл температуры воздуха в свою очередь состоит из двух меньших циклов, теплого и холодного, разделенных весенним и осенним нулями ($^{\circ}\text{C}$).

Таблица 4.1. Значения τ (мес, от начала года), t ($^{\circ}\text{C}$), j_{τ} и j_t в Тобольске и Нумто (курсив) на подъеме (верх таблицы) и спаде (низ) в теплое время года

T	3,75	4	5	6	7	4,95	5	6	7
T	0	1,8	9,1	15,8	18	0	0,2	10,5	15,5
j_{τ}	0	0,08	0,38	0,69	1	0	0,02	0,51	1
j_t	0	0,07	0,51	0,88	1	0	0,01	0,68	1
T	7	8	9	10	10,3	7	8	9	9,8
T	18	15,4	9,5	0,8	0	15,5	12,4	6,4	0
j_{τ}	0	0,30	0,61	0,91	1	0	0,36	0,71	1
j_t	0	0,14	0,47	0,91	1	0	0,20	0,59	1

В табл. 4.1 приведены: размерные t и безразмерные j_t среднемесячные температуры воздуха на подъеме (повышении температуры от 0°C до максимума) и спаде (понижении температуры от максимума до 0°C) в теплый

период года; а также времени, размерного τ (месяцы от начала года) и безразмерного j_τ на юге (Тобольск) и севере (п. Нумто) Тюменской области по данным Гидрометслужбы. Безразмерные параметры вычислены по формуле (1.1). Отметим, что продолжительность теплого периода – около 6 месяцев в Нумто и 7,5 месяцев в Тобольске соотносится с продолжительностью года ($6/12 = 0,5$ и $7,5/12 \approx 0,62$) как 1-й и 2-й члены ОЗС.

По этим данным построены графики зависимости j_t от j_τ в периоды подъема и спада и найдены их аппроксимации - рис. 4.1.

Аппроксимирующая формула выбрана по наибольшей достоверности ($R^2 > 0,99$), которая оказалась у полинома вида (4.1) с $A \approx -\varphi_n$ на подъеме (выпуклая кривая) и $A \approx \varphi_n$, на спаде (вогнутая); в обоих случаях $B \approx 1 - A$.

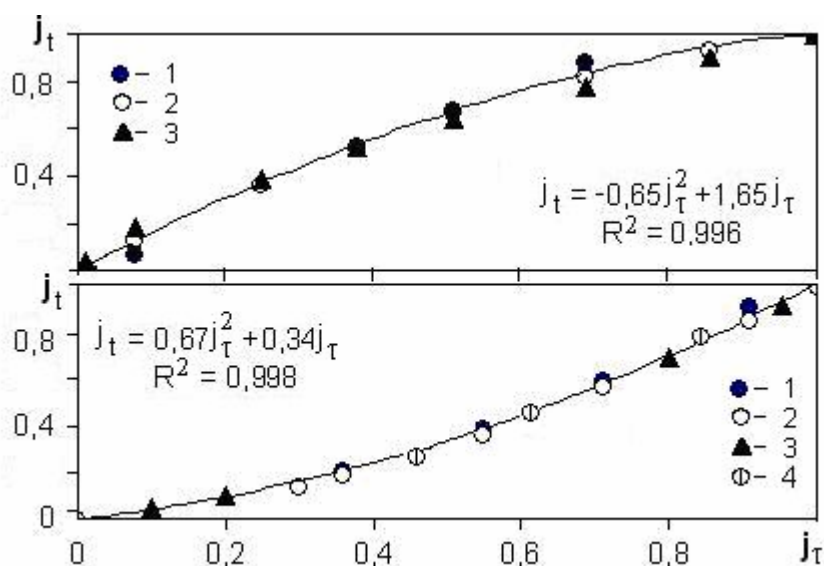


Рис. 4.1. Зависимость j_t от j_τ , в Тобольске (1) и Нумто (2) на подъеме и спаде в теплое время года (3 – расчет по формуле (3.1) при $A = -0,62$ на подъеме и $A = 0,62$ (золотое сечение) на спаде, расчет по формуле 3.2 при $\varepsilon = A+1=1,67$).

Результаты расчетов по формулам (4.1) и (4.2) хорошо сходятся.

Аппроксимирующие формулы и величины их коэффициентов подтверждают сформулированные выше теоретические положения

2. На рис. 4.2 даны графики хода относительных сумм положительных температур воздуха j_{st} на севере Тюменской обл - в Салехарде, Нумто, Сургуте, а также в Тобольске. Нормализация размерных величин на рис. 4.2 *a, б* выполнена по формуле (1.1), на рис. 4.2 *в* – по формуле (1.2). Кривые располагаются очень близко к другу; на рис. 4.2 *a*, поэтому показаны кривые только для максимальных и минимальных j_{st} , другие расположены между ними.

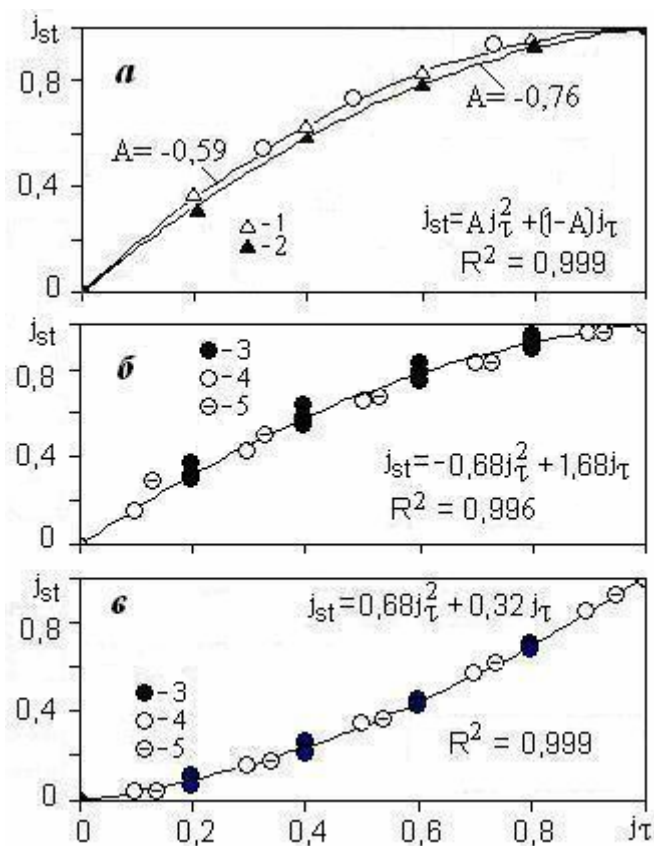


Рис. 4.2. Графики и аппроксимации зависимости j_{st} от j_{τ}
 (1 и 2 – максимальные и минимальные фактические j_{st} , 3 – все фактические j_{st} , 4 – расчет по формуле (4.1) при $A = \pm 0,62$ (ЗС), 5 – расчет по формуле (4.2) при $z = A = -0,68$ на рис. 4.2*б* и $z = 1+A = 1,68$ на рис. 4.2*в*.)

В этом примере, как и в предыдущем, подтверждаются все теоретические предпосылки расчета.

3. В книге [7] опубликованы графики зависимости предельно-длительной прочности смерзания глинистых и песчаных 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 у глинистых грунтов и 0 – 0,4 МПа у песчаных. Поскольку разброс данных для разных условий невелик, мы ограничились анализом только максимальных и минимальных величин. На рис.4.3 и 4.4 приведены графики зависимости максимальных и минимальных значений относительной длительной прочности смерзания $j_{пс}$ грунтов от относительной температуры j_t . Величины $j_{пс}$ и j_t выпуклых кривых рассчитаны по формуле (1.1), а для вогнутых кривых – по формуле (1.2). Все кривые аппроксимированы полиномом (4.1) с достоверностью $R^2 \approx 0,96...0,97$. У глинистых грунтов $A=-0,79$; $B=1,76$ – выпуклые кривые и $A=0,61$; $B=0,37$ – вогнутые кривые. У песчаных грунтов $A=-1,27$; $B=2,25$ – выпуклые кривые и $A=1,04$; $B=0,07$ – вогнутые. Во всех случаях $A+B \approx 1$. Значки 3 на вогнутых кривых относятся к $j_{пс}$, рассчитанным по формуле (4.2) при $z=A+1$. Они практически лежат на кривых, рассчитанных по формуле (4.1).

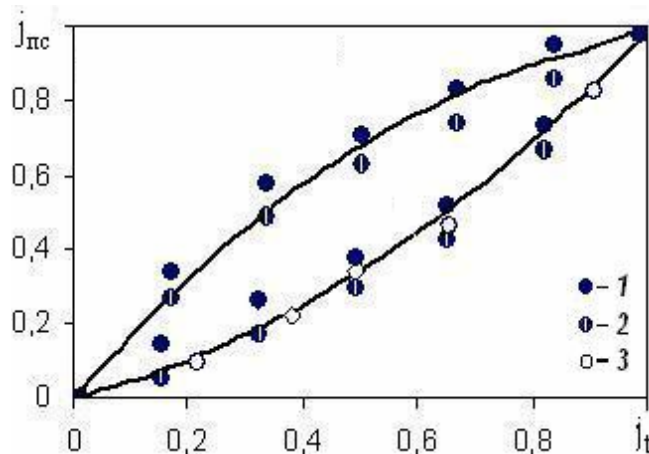


Рис. 4.3. Зависимость прочности смерзания $j_{пс}$ глинистых грунтов $j_{пс}$ от температуры j_t в безразмерном виде (1-максимальные и 2-минимальные значения $j_{пс}$, 3 – расчет по формуле (4.2), кривые – аппроксимации вида (4.1), другие пояснения в тексте).

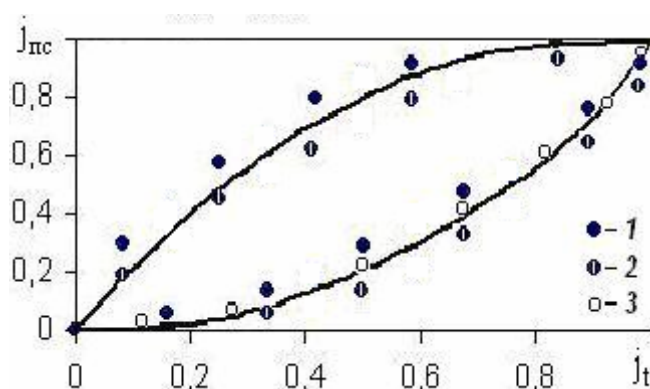


Рис. 4.4. Зависимость прочности смерзания $j_{пс}$ песчаных грунтов $j_{пс}$ от температуры j_t в безразмерном виде (все пояснения – по рис.4.3).

Таким образом, соблюдены все сформулированные выше условия и предпосылки, при которых действительны формулы (4.1) и (4.2).

4. На рис. 4.5 даны 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 ($P, \text{МПа}$): $t = -20, P_1 = 6,8, P_2 = 6$ [7] – вариант *а*; и $t = -4,5, P_3 = 0,7, P_4 = 0,6$ [22] – вариант *б*. Величины относительных деформации j_c и времени j_τ рассчитывались по формуле (1.1). В качестве максимума и минимума деформации (доли ед.), которые подставлялись в формулу (1.1), приняты: 1) $12,5 \cdot 10^{-2}$ и $7,4 \cdot 10^{-2}$ – при $P_1 = 6,8 \text{ МПа}$; 2) $8 \cdot 10^{-2}$ и $4,8 \cdot 10^{-2}$ – при $P_2 = 6 \text{ МПа}$; 3) $2,48 \cdot 10^{-3}$ и $1,9 \cdot 10^{-3}$ – при $P_3 = 0,7 \text{ МПа}$; 4) $1,8 \cdot 10^{-3}$ и $1,5 \cdot 10^{-3}$ – при $P_4 = 0,6 \text{ МПа}$; максимум и минимум времени ($\tau, \text{час}$) - 12 и 1.

Таким образом, все опыты разбиты на четыре серии: 1 и 2 в варианте *a* ; 3 и 4 в варианте *б*. Результаты расчетов представлены на рис. 4.5 в виде графиков хода относительной деформации j_c в относительном времени j_τ . Значки – экспериментальные данные, кривая *a* рассчитана по формуле (4.2) при $\varepsilon = 0,62$, кривая *б* – по формуле (4.1) при $A = - 0,62$.

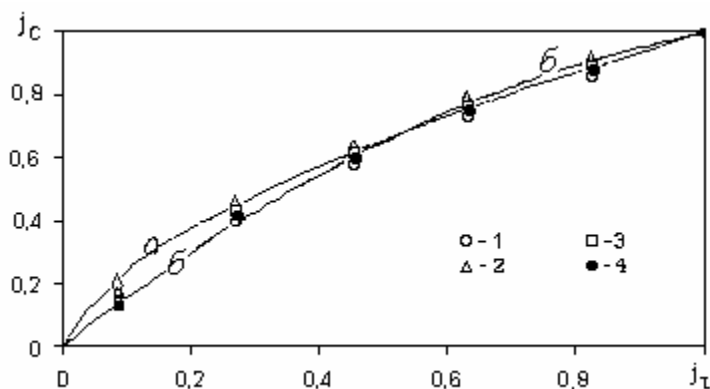


Рис. 4.5. Ход относительной деформации мерзлой супеси при одноосном сжатии j_c в относительном времени j_τ при разных температурах и давлениях, 1...4 – обозначения серий опытов (пояснения в тексте).

График показывает хорошую сходимость фактических значений j_c с вычисленными по обеим формулам. В обоих случаях численные коэффициенты формул равны 3С.

5. Газовые гидраты – льдоподобные образования, широко распространенные в холодных зонах Земли – в толще вечной мерзлоты и под океаническим дном. При понижении давления они разлагаются (диссоциируют) на газ и воду. На рис. 4.6 показана связь относительного давления диссоциации (j_p) гидратов соединений углерода с водородом (пропана-1, метана-2) и с кислородом (диоксид углерода-3) с относительной температурой (j_t). Размерные исходные данные взяты из [19]. Пределы изменения температуры (Т, К) гидратов: 253,2 ... 272,3 - метана; 264,3... 272,2 - пропана и 249,1... 272,2 - диоксида углерода; давления (Р, МПа),

соответственно: 0,39...2,34; 0,025...1,41 и 0,08 ...1,09. В этих пределах наблюдались метастабильные состояния - переохлаждение жидкой фазы воды, т.е., функцию j_p от j_t можно рассматривать как уравнение связи температуры и давления переохлаждения воды. Расчет относительных величин выполнен по формуле (1.1).

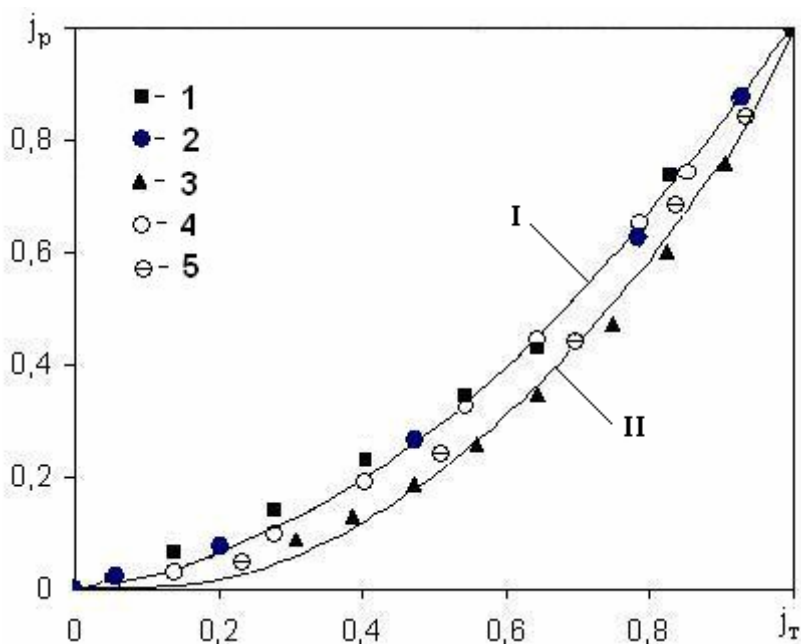


Рис. 4.6. Зависимость j_p от j_t для гидратов пропана (1), метана (2) и диоксида углерода (3) (дополнительные пояснения в тексте).

Зависимость j_p от j_t аппроксимирована формулой (4.1) в двух вариантах с разными коэффициентами: отдельно для гидратов соединений углерода с водородом (кривая I) и с кислородом (кривая II). Коэффициенты A, B и R^2 в первом случае составили: 0,8, 0,2, 0,999; во втором: 1,11, -0,14, 0,993. Сумма A и B в обоих случаях примерно равна 1. Значки 4 и 5 в вариантах I и II относятся к значениям j_p , рассчитанным по степенной формуле (4.2). Как видно из графиков, сходимость расчетов по обеим формулам вполне удовлетворительная.

6. На рис. 4.7 показано распределение температуры мерзлого грунта по

глубине скважины в пос. Сковородино. Оба показателя выражены в относительных величинах, соответственно j_t и j_h , рассчитанных по формулам (1.1) – рис. 4.7 *а* и (1.2) -4.7 *б*. Исходные данные расчета - максимальные и минимальные размерные температуры (t °C): -1.46; -0.51 и глубины (h , м): 5 и 28 взяты из книги [31]. Распределение j_t (j_h) описывается формулами (4.1) и (4.2) при коэффициентах $A=-0,26$, $B=1,24$, $z = 1+A= 0,74$ на левом графике (выпуклая кривая) и $A=0,16$, $B=0,83$, $z = 1+A=1.16$ на правом (вогнутая кривая). На обоих графиках $R^2 > 0,99$. Сходимость результатов расчетов по обеим формулам хорошая

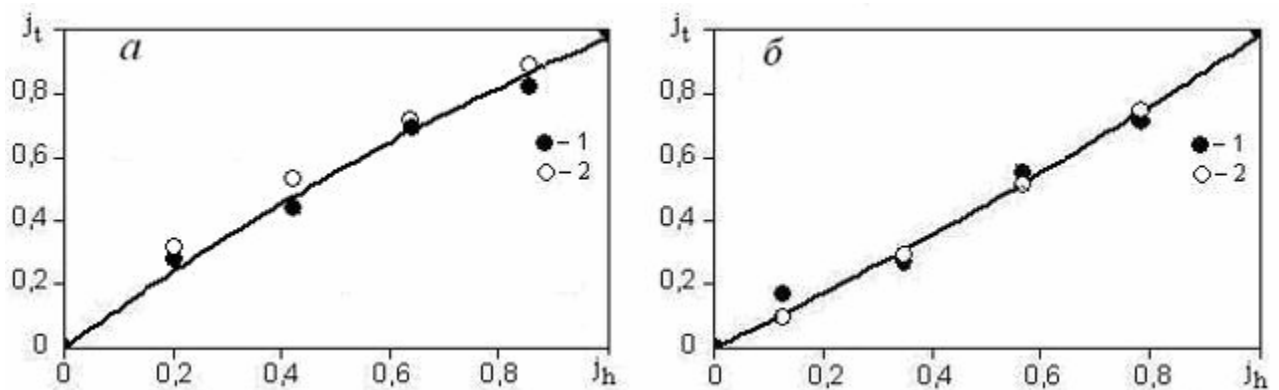


Рис. 4.7. Выпуклый (а) и вогнутый (б) варианты графика зависимости j_t от j_h и их полиномиальная -1 и степенная -2 аппроксимации.

7. В [12] показана идентичность зависимости относительной температуры кристаллизации воды $j_t = t / t_0$ от относительного давления $j_p = P / P_0$ и концентрации солей в водных растворах $j_k = K / K_{эв}$, содержащихся в порах горных пород, где $t_{эв}$, $P_{эв}$ и $K_{эв}$ - эвтектические значения температуры, давления и концентрации солей, в данном контексте имеющие смысл максимальных величин в нормирующей формуле (1.1). На рис. 4.8 представлены график и степенная формула этой зависимости.

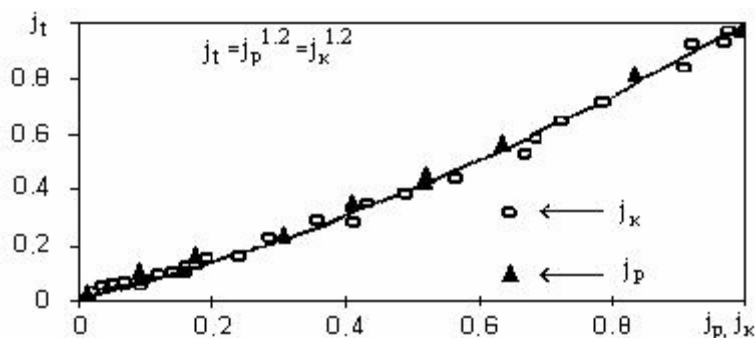


Рис. 4.8. Зависимость j_t от j_p и от j_k

Согласно пояснениям к формулам (4.1) и (4.2) показатель степени 1,2 в формуле на графике является членом ряда ОЗС, величина которого $\varphi = 1,2 - 1 = 0,2$, 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. 4.2. Как видим, сопоставимость результатов - высокая.

Таблица 4.2. 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 рис.4.6 и 4.8, показывает, что температуры кристаллизации и переохлаждения воды по-разному зависят от давления, первые при его повышении понижаются, вторые – повышаются.

8. Автором совместно с Л.Т. Роман [22] определялись коэффициенты теплопроводности (λ , ккал/м· час· °С) талых и мерзлых грунтов разного состава. Эти данные ранее опубликованы в виде таблиц зависимости размерных λ от состава грунта, его теплового состояния и коэффициента

водонасыщения. Дальнейший анализ показал, что эту зависимость тоже можно описать формулами (4.1) или (4.2). Для примера на рис. 4.9 приведены графики связи нормализованных с помощью формулы (1.1) коэффициентов теплопроводности j_λ и водонасыщения j_w талых и мерзлых глинистых грунтов и торфа, при $A=0,58$, $B=0,43$, $\varepsilon = A+1=1,58$ для глин и $A=0,08$, $B=0,92$, $\varepsilon = A+1=1,08$ для торфов. Они также подтверждают выдвинутые выше теоретические положения: сумма численных коэффициентов полиномов $A+B \approx 1$; расчеты по формулам (4.1) и (4.2) при $\varepsilon = A+1$ дают близкие результаты.

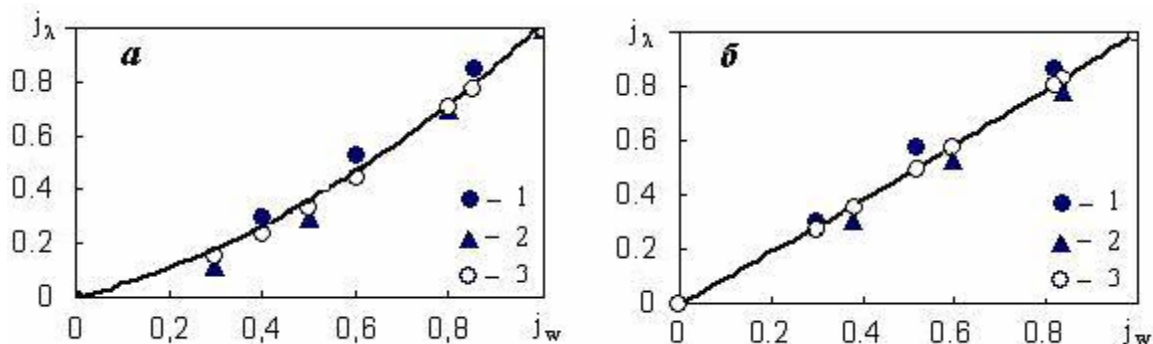


Рис. 4.9. Зависимость j_λ от j_w талых (а) и мерзлых (б) глинистых грунтов - 1 и торфа - 2, рассчитанная по полиномиальной – кривые, и степенной -3, формулам; $R^2=0.98$.

9. В [3] установлен количественный вид зависимости массы (m) древесной зелени (хвои и не одревеневших побегов) и отдельно хвои сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris*) от ее диаметра (d) в северной и средней тайге на территории Республики Коми для всех встречающихся в ней типов леса. Это крупное, весьма репрезентативное исследование, базирующееся на обобщении сотен определений характеристик деревьев. Для выражения результатов в размерном виде авторам [3] понадобилось более десятка формул. Покажем, что весь этот обширный материал можно обобщить одной формулой.

Таблица 4.3. Максимальные и минимальные величины диаметра ствола - d_{max} , d_{min} (см), массы зелени (з) и хвои (х) сосны - m_{max} , m_{min} (кг / дерево)

Подзона	d_{min}	m_{min}	d_{max} (з)	m_{max} (з)	d_{max} (х)	m_{max} (х)
Северная тайга	0	0	40	91	40	63
Средняя тайга	0	0	40	76	40	46

Максимальные и минимальные значения размерных параметров по данным [9], необходимые для расчетов по формуле (1.1) сведены в табл. 4.3.

На рис. 4.10 приведен построенный нами по этим данным общий график зависимости безразмерной массы древесной зелени и хвои $j_m = m / m_{max}$ сосны от безразмерного диаметра ствола $j_d = d / d_{max}$ в северной и средней тайге и найдены их аппроксимации, как и выше в виде полиномиальной (4.1) и степенной (4.2) функций.

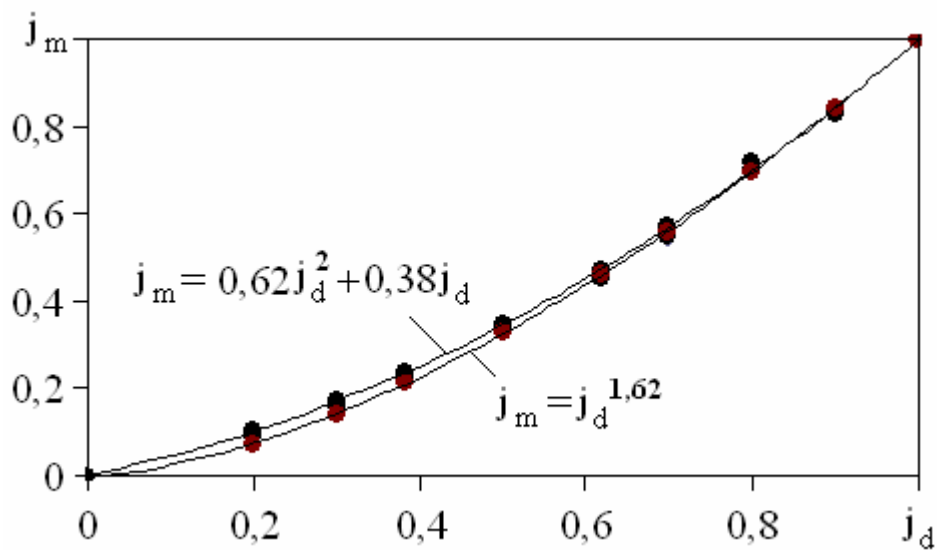


Рис 4.10 График зависимости $j_m(j_d)$ и формулы кривых (значки – экспериментальные точки)

Достоверность аппроксимации для всех вариантов высокая - $R^2 \geq 0,998$. Экспериментальные точки на рис. 4.10 при всех вариантах условий практически сливаются друг с другом, т.е. зависимость $j_m(j_d)$ инвариантна.

Численные коэффициенты формул практически равны константам ЗС.

Максимальное отличие A от φ_2 всего 7%.

График на рис. 4.10 или формулы (4.1)-(4.2) универсальны, их можно использовать для приближенного определения обобщенной массы древесной зелени хвойных деревьев в пределах всей таежной зоны. Порода дерева и условия произрастания будет отражена в величинах соответственных пар d_{\max} и m_{\max} . Например, нужно определить массу хвои у сосны с диаметром ствола 0,32 м; максимальные диаметр и масса хвои известны: 0,45 м и 65 кг. Вычисляем $j_d = 0,32/0,45 = 0,71$. По формуле (4.1) при $A = 0,618$ находим безразмерную массу хвои: $j_m = 0,618 \cdot 0,5 + 0,382 \cdot 0,71 = 0,58$, а затем и размерную: $m = 65 \cdot 0,58 = 37,7$ кг. Аналогично по формуле (4.2): $j_m = 0,71^{1,618} = 0,574$; $m = 65 \cdot 0,574 = 37,4$ кг.

8. Многолетний и сезонный прирост диаметра дерева. На графиках рис. 4.11 приведены примеры зависимости относительного диаметра j_d от относительного возраста $j_t = \tau / \tau_{\max}$ (τ - текущее время, годы; τ_{\max} - возраст дерева) в двух возможных модификациях формы кривой этой зависимости: вогнутой и выпуклой. Первая представлена теневыносливой пихтой на Аляске, вторая - теплолюбивой сосной на севере (п. Нумто) и юге (п. Караганда) Тюменской области, по наблюдениям Т.В.Карлстрема и С.П. Арефьева [12]. Величины безразмерного диаметра отложены на оси ординат, безразмерного времени - на оси абсцисс, размерного времени - на верхней горизонтальной оси. Начало отсчета на графике А - 1578 год, на графике Б - 1579 год, на графике В - 1777 год. Кривыми показан многолетний ход j_d по данным наблюдений - толстые линии, и его аппроксимации - тонкие линии. Из-за высокой достоверности аппроксимирующих формул - $R^2 > 0,99$ и те и другие почти сливаются. Как и в предыдущих случаях формулы аппроксимации представляют собой полином 2-й степени с коэффициентами

близкими к ЗС. Кружками на рис.4.11 обозначены j_d , вычисленные по формуле (4.1), численный коэффициент которой равен 0,618 для вогнутой кривой и -0,618 для выпуклой.

Несмотря на то, что численные коэффициенты в аппроксимирующих формулах несколько отличаются от констант ЗС, на величину j_d это почти не влияет – вычисленные по формуле (4.1) при коэффициентах, равных константам ЗС, значения j_d ложатся на кривую, построенную по фактическим данным.

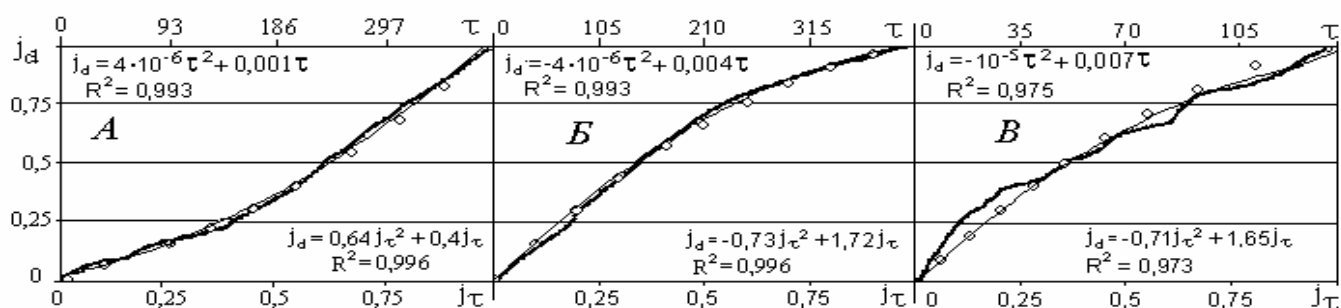


Рис. 4.11. Зависимость j_d от j_τ для пихты на Аляске (А) и сосны в Нумто (Б) и Караганде (В)

На рис. 4.12 приведен график роста относительного диаметра (j_d) сосны в Московской области в теплый период года, построенный по данным [6]. Сглаженная кривая (тонкая) на графике – аппроксимация функций $j_d(j_\tau)$ и $j_d(\tau)$, кружками обозначены j_d , вычисленные по формуле (4.1) при $A=-0,62$. Как видим, и в сезонном ходе значения j_d , рассчитанные по формуле ЗС практически ложатся на кривую фактических данных.

Внешне графики на рис. 4.11Б, В и 4.12 очень похожи. Разница только в том, что размерное время во втором случае измеряется не в годах, а в сутках.

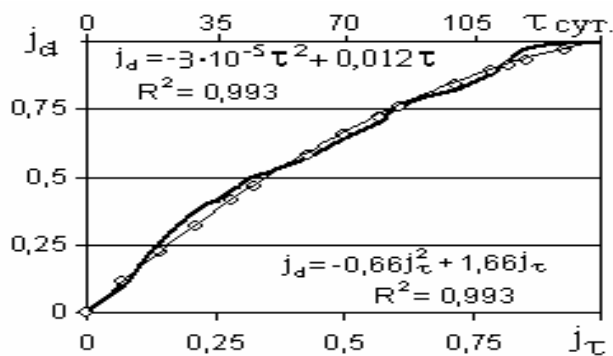


Рис. 4.12. Сезонный ход j_d .

9. Густота насаждений, фитомасса и диаметр ствола. Связи между размерными величинами фитомассы, диаметра ствола и густоты насаждений в сосновых молодняках Приангарья детально исследованы в [21]. Получены количественные выражения связей, в частности фитомассы (кг) и диаметра (см) в степенном и квадратичном виде, найдены численные коэффициенты в этих выражениях для дерева в целом и его фракций (ствола, ветвей, хвои, корней) при разной густоте насаждений ($\Gamma = 100, 180, 400, 700, 900$ тыс. стволов на гектар). Установлено [21], что при всех значениях Γ фитомасса с увеличением диаметра растет; максимальный запас фитомассы (оптимум) наблюдается при густоте насаждений $\Gamma = 700$ тыс. стволов на гектар, с понижением и повышением Γ относительно оптимума, фитомасса убывает. Как показали расчеты, нормализованные с помощью формулы (1.1) величины фитомассы j_m разных фракций дерева при одинаковых величинах относительного диаметра ствола j_d мало отличаются друг от друга. Для примера на рис. 4.13 показана общая зависимость j_m хвои, ствола и всего дерева от j_d для $\Gamma = 700$, а на рис. 4.14 – то же, для всей совокупности значений Γ , но отдельно для хвои, ствола и всего дерева.

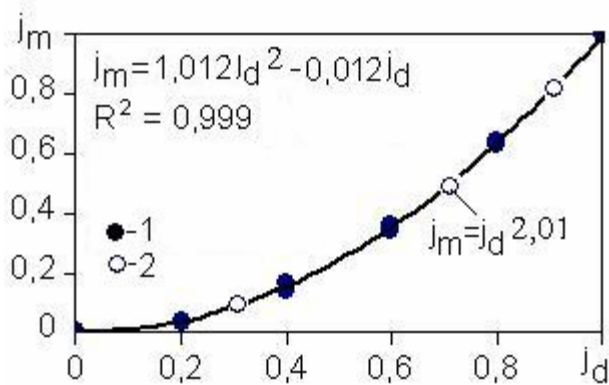


Рис. 4.13. Зависимость j_m от j_d хвои, ствола и всего дерева для $\Gamma=700$ (1- фактические данные и (кривая) их аппроксимация полиномиальной формулой (4.1), 2 – расчет по степенной формуле (4.2).

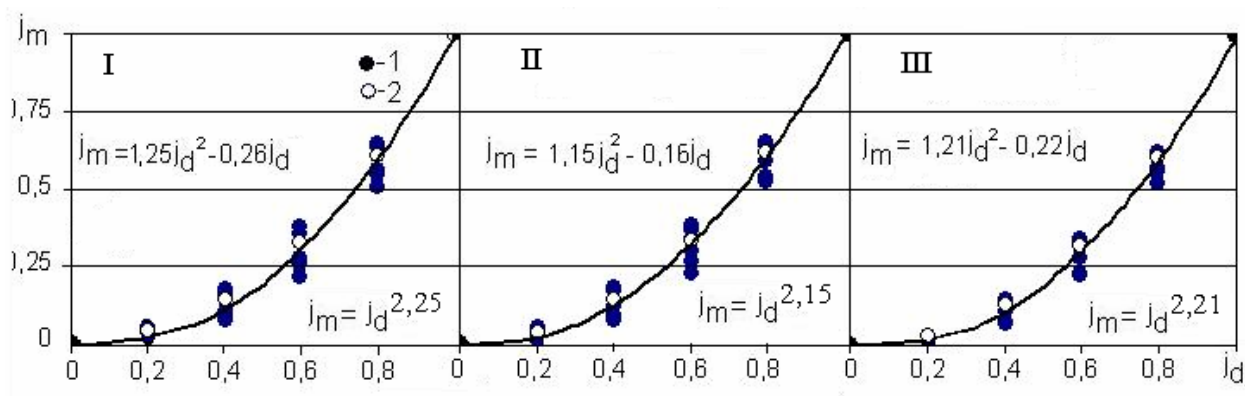


Рис. 4.14. Общая для всех Γ зависимость j_m от j_d хвои – I, ствола – II и всего дерева – III (1- фактические данные и (кривая) их аппроксимация полиномиальной формулой (4.1), 2 – расчет по степенной формуле (4.2).

Как и раньше кривые с высокой достоверностью ($R^2 > 0,99$) аппроксимированы полиномиальными формулами вида (4.1). Их численные коэффициенты А и В в сумме составляют 1, т.е., равны сумме констант ОЗС. В то же время, они отличаются от стандартной формы ОЗС: здесь $A > 1$. Это означает, что А равно не ϕ , как в предыдущих примерах, а $1/\phi = \Phi$. Для того, чтобы получить стандартное соотношение констант в ОЗС, нужно разделить обе части уравнений на Φ . Например, делим все численные коэффициенты полиномиальной аппроксимации на левом графике рис. 4.14 на $A=\Phi=1,25$ и тогда получаем $0,8 \approx 1-0,18$ или $1 \approx 0,8+0,19$. Это стандартная

структура ОЗС, в которой основной (большей) константой является $\varphi = 0,8$, согласно расчету по формуле (2.5), соответствующая уровню упорядоченности $n=0,13$.

Расчеты j_m по формулам (4.1) и (4.2) с показателем степени $z = A+1$ дают идентичные результаты. Значения численных коэффициентов в формулах для всех фракций при разных значениях Γ не сильно отличаются друг от друга.

10. 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. Нормализация размерных величин продукции и возраста осуществлялась по формулам (1.1) и (1.2). В первом случае получилась выпуклая кривая – рис. 4.15а, во втором вогнутая – 4.15б. Зависимость j_{Pr} от j_τ аппроксимирована полиномиальной (4.1) и степенной (4.2) формулами. Суммы коэффициентов в полиномиальных формулах, как и в других приведенных примерах приблизительно равны 1. Показатель степени z в формуле (4.2), как и раньше, рассчитан: на рис. 4.15а (для выпуклой кривой) по формуле $z = -A$; на рис. 4.15б (для вогнутой кривой) по формуле $z = 1+A$. Как видим, в первом случае расхождение между результатами расчетов по формулам (4.1) и (4.2) довольно заметное (до 20%), во втором – они практически совпадают

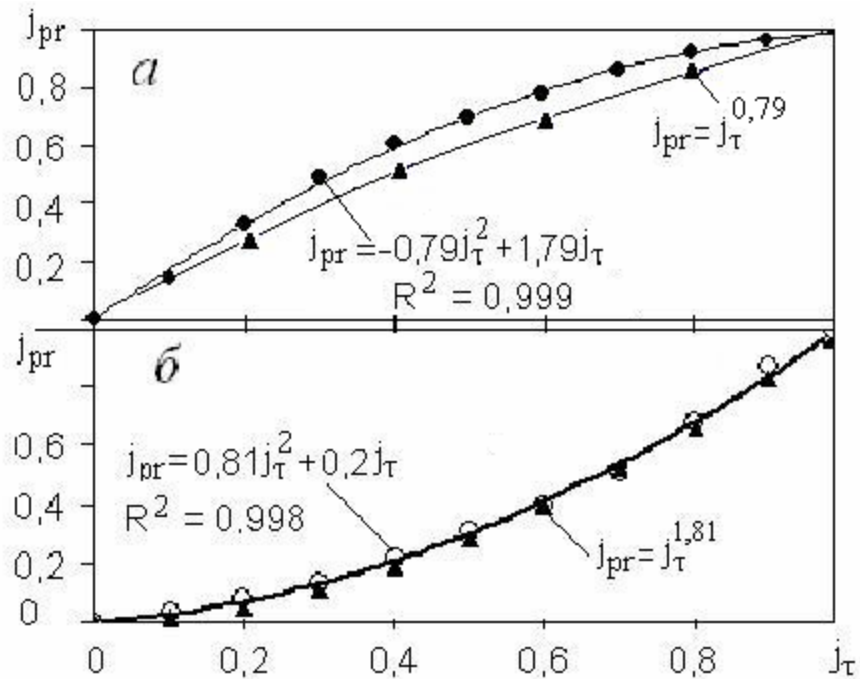


Рис. 4.15. Графики и формулы зависимости j_{pr} от j_{τ} (пояснения в тексте)

Уровни упорядоченности (количество условных частиц) n и устойчивости $Z = 1/n$ вычисляются с помощью логарифмической формулы (2.5). Но при отрицательных A она не работает, поскольку под логарифмом появляется отрицательное число. Эта формальная трудность в этом и в других подобных примерах устраняется приведением констант ОЗС к стандартному виду, как суммы двух долей единицы. Разделив численные коэффициенты в левой и правой части аппроксимации на рис. 4.15а на больший из них (1,79), получаем их новые значения: $0,56 = -0,44 + 1$, значит $\varphi = 0,56$, а $1 - \varphi = 0,44$. Подставив $\varphi = 0,56$ в (2.5), получаем: $n = 1,41$; $Z = 0,71$.

II. В [35] 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. Используя эти цифры, по формуле (1.1) определены относительные числа больных j_b и их возраста j_v , построен график функции $j_b(j_v)$ и найдены ее полиномиальная и степенная аппроксимации – рис. 4.16, показывающие

близкие результаты. Сумма численных коэффициентов в полиномиальной формуле примерно равна 1, что характерно для ОЗС.

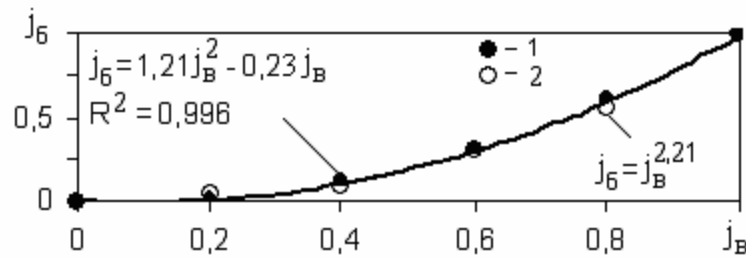


Рис. 4.16. График зависимости $j_б$ от $j_в$ и его полиномиальная -1 и степенная - 2 аппроксимации

12. Максимальный показатель степени полинома в большинстве случаев, но не всегда равен 2. При $n > 2$ увеличивается количество его членов, например при $n = 4$:

$$j_y = A \cdot j_x^4 + B \cdot j_x^3 + C \cdot j_x^2 + D \cdot j_x, \quad (4.1)'$$

но как показал анализ фактического материала, сумма численных коэффициентов остается близкой к 1, как и при $n = 2$. Т.е. суммы положительных и отрицательных коэффициентов ведут себя как доминанта и субдоминанта в двухэлементной системе, и при $n > 2$ справедливы правила, сформулированные выше. Для описания вогнутых кривых в этом случае также может быть использована степенная формула (4.2)

На рис. 4.17 приведены графики I-III, отражающие зависимости относительных значений параметров разных систем: возраста грунтовых пластов $j_{вр}$ от глубины $j_г$ в Игарке – I; высоты деревьев распространенных пород (ель, сосна, береза, осина) $j_в$ от диаметра $j_д$ в Ленинградской области – II; спектральной степени черноты $j_ч$ плоского слоя газа от его оптической толщины $j_{тл}$ – III. Исходные данные для построения графиков I-II взяты из [13, 18], графика III из [20].

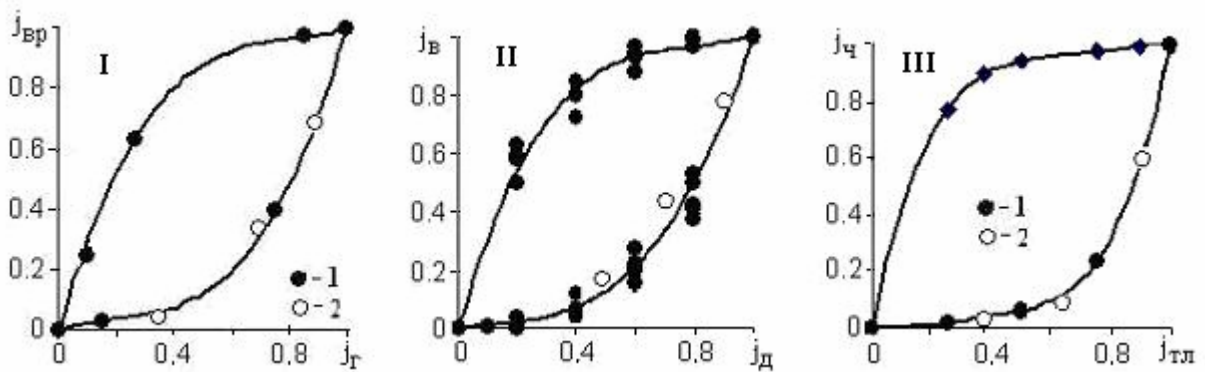


Рис. 4.17. Графики зависимостей: $j_{вр}$ от j_w ; j_v от j_d и $j_ч$ от $j_{гл}$, аппроксимированные полиномиальной -1 и степенной - 2 формулами (пояснения в тексте).

Графики аппроксимированы полиномом (4.1)', достоверность аппроксимации R^2 во всех случаях близка к 1.

В табл. 4.4 сведены: коэффициенты в формуле (4.1'), их сумма и показатель степени в формуле (4.2): при $n = 4$ (график III) величина ε равна А плюс 1, а при $n = 3$ (графики I и II) – сумме положительных коэффициентов плюс 1. Как видим, численные параметры формул соответствуют сформулированным выше закономерностям двухэлементных систем.

Таблица 4.4. Численные коэффициенты в формуле (4.1') и их суммы (S) для выпуклой (Вп) и вогнутой (Вг) кривых, а также показатель степени ε в (4.2).

№	Вид	A	B	C	D	S	ε
I	Вп	1.64	-3.97	3.33	0	1	-
	Вг	1.64	-0.94	0.3	0	1	2.94
II	Вп	1.89	-4.38	3.5	0	1.01	-
	Вг	1.21	-0.34	0.13	0	1	2.34
III	Вп	-3.39	9.92	-10.72	5.19	1	-
	Вг	4.01	-4.97	2.2	-0.24	1	5.01

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. Базаров И.П. Термодинамика. М.: Высшая школа, 1975, 445 с.
3. Бобкова К.С., Тужилкина В.В., Робакидзе Е.А. Ресурсная характеристика древесной зелени *Pinus Silvestris (Pinaceae)* в лесах северо-востока европейской России // Растительные ресурсы, 1, 2008. С. 51-59
4. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. М.: Наука, 1980, 975 с
5. Будыко М.И. Климат и жизнь. Л.: Гидрометиздат, 1971, 472 с.
6. Ваганов Е.А., Шашкин А.В., Свицерская И.В., Высоцкая Л.Г. Гистометрический анализ роста древесных растений. Новосибирск: Наука, 1985. 102 с.
7. Вялов С.С. Реология мерзлых грунтов. М.: Стройиздат, 2000, 464 с.
8. Гелашвили Д.Б. и др. Основы мультифрактального анализа видовой структуры сообщества // Успехи современной биологии. Т. 128, 1, 2008. С. 21-34.
9. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высшая школа, 1991, 366 с.
10. Климшишин М.А. Астрономия наших дней. М.: Наука, 1986, 560 с.
11. Коновалов А.А. О деформации и разрушении мерзлых грунтов // Криология Земли, 4. 2002, с. 54-62.
12. Коновалов, А. А. Деформационная модель развития экогеосистем // Новосибирск: "Гео". 2011. – 146 с
13. Коновалов А.А., Иванов С.Н. Реконструкция истории климата по групповым палиноспектрам (на примере Западной Сибири). Saarbrücken, Germany, Palmarium Academic Publishing, 2012. 119 с.

14. 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
15. Коновалов А.А., Гашев С.Н., Казанцева М.Н. Зональное распределение биотических таксонов на территории Западно-Сибирской равнины. Вестник ТГУ, 6, 2013, с. 48-57.
16. Коровяков Н.И. Планета хрупкая и вертится по частям? // Знак вопроса, 2, 2004, с. 3-13.
17. Кошкин Н.И., Ширкевич М.Г. Справочник по элементарной физике. М.: Наука, 1974. 255 с.
18. Ледяева А.С. Обоснование оптимального раскрыя хлыстов методом линейного программирования. Автореферат дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2007. 29 с.
19. Мельников В.П., Нестеров А.Н., Поденко Л.С., Решетников А.П. Метастабильные состояния газовых гидратов при давлениях ниже давления равновесия лед–гидрат–газ // Криосфера Земли, 2011, 4, с. 80–83.
20. Михеев М.А., Михеева И.М. М.: Энергия, 1973. 320 с
21. Пшеничникова Л.С. Продуктивность сосновых молодняков разной густоты // Факторы продуктивности леса. Новосибирск: Наука, 1989. С. 36-52.
22. Роман Л.Т. Мерзлые торфяные грунты как основания инженерных сооружений. Новосибирск: Наука, 1987. 193 с.
23. Савельев Б.А. Гляциология, М., МГУ, 1991, 288 с.
24. Сороко Э.М. Структурная гармония систем // Минск: Наука и техника, 1984 –265 с.

25. Стахов А. П. Введение в алгоритмическую теорию измерения. М.: Советское Радио, 1977. – 288 с.
26. Стахов А.П. Гармония как “золотая” парадигма современной науки. Академия Тринитаризма. М.: Эл. № 77-6567, публ. 15599, 15.10.2009.
27. Телевизионный курс сопротивления материалов. Напряженное состояние и устойчивость. М.: Высшая школа, 1981, 168 с.
28. Тимашев А.Д. Обобщенное золотое сечение и теория времени, 1996 [Электрон. ресурс]. Режим доступа:
<http://rusnauka.narod.ru/lib/phistic/commgold/commgoldf.htm>.
29. Физико-географический атлас Мира. Л.: Гидрометеиздат, 1964, 275 с.
30. Философский словарь. М.: Госполитиздат, 1981, 445 с.
31. Фролов Н.М. Температурный режим гелиотермозоны. М.: Недра, 1966, 156 с.
32. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1974, 568 с.
33. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. М.: Мир, 1976, 367 с.
34. Шавлов А.В. Лед при структурных превращениях. Новосибирск: Наука, 1996, 188 с.
35. Bermejo-Pareja F, Benito-León J, Vega S et al (2008). «Incidence and subtypes of dementia in three elderly populations of central Spain». *J. Neurol. Sci.* 264, p. 63–72.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ.....	1
2. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ	2
<i>Стадийность и цикличность развития.....</i>	-
<i>Шкалы и регулярность циклов, связь с золотым сечением...</i>	5
<i>Икосаэдро - додекаэдрическая симметрия</i>	8
<i>Дихотомия систем, золотое сечение</i>	9
<i>Обобщенные золотые сечения (ОЗС) и энтропия.....</i>	11
<i>Иерархия систем, приведение многомерных систем к двухмерным</i>	15
<i>Фрактальность и колебательный режим развития</i>	18
<i>Связь ОЗС с вращательными циклами Земли</i>	23
<i>“Фибоначчиевы” последовательности</i>	25
<i>Показатели взаимодействия компонентов системы</i>	30
<i>Характер взаимодействия компонентов системы</i>	31
3. ПРОЯВЛЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ ОЗС	35
4. НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ОЗС	42
<i>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</i>	63
<i>ЛИТЕРАТУРА</i>	64

Авторская справка

1. Коновалов Александр Александрович
2. Доктор техн. наук, канд. географических наук
3. Главный научн. сотр., Института проблем освоения Севера СО РАН,
профессор Тюменского Государственного нефтегазового Университета
4. Тел./факс (3452) 24-26-42; *E-mail: konov7@rambler.ru*
5. Дом. адрес: 625048 Тюмень, ул. Мориса. Тореза, 2, кв.210, т.(3452) 40-19-89

Коновалов Александр Александрович, геокриолог, географ, специализируется в области физики и механики мерзлых грунтов, теории развития природных систем. Автор более 300 публикаций по этой тематике. Доктор технических и кандидат географических наук. Главный научный сотрудник Института проблем освоения Севера СО РАН, профессор Тюменского Государственного нефтегазового университета, Россия.

Ключевые слова. Природные системы, закономерности их функционирования, природные циклы, количественные связи, золотое сечение, обобщение данных