

Скейлинг как фундаментальное свойство собственных колебаний вещества и фрактальная структура пространства-времени

Х. Мюллер

University of Global Scaling LLC, Santa Fe / New Mexico, USA
Institute of Space Energy Research Ltd., Munich, Germany

В 1795 году Карл Фридрих Гаусс открыл логарифмическую инвариантность в распределении простых чисел. Гаусс доказал, что количество простых чисел $p(n)$ во множестве натуральных чисел до числа n определяется законом $p(n) \cong n / \ln(n)$. Знак равенства имеет место в пределе $n \rightarrow \infty$. Логарифмическая инвариантность их распределения является единственным нетривиальным свойством всех простых чисел.

В 1967 / 68 годах Фейнман и Бьёркен¹ открыли феномен логарифмической масштабной инвариантности (скейлинг) в физике высоких энергий, а именно в распределениях барионных резонансов в зависимости от их массы покоя.

Профессор Московского университета Симон Э. Шноль² обнаружил скейлинг в тонкой структуре гистограмм различных физических и химических процессов, в том числе в процессах радиоактивного распада и в тепловых шумовых процессах. В работах с 1967 по 1998 годов³ он показал, что масштабная инвариантность тонкой структуры гистограмм является общим свойством стохастических процессов, которое не зависит от природы процесса.

В 1950-е годы Бено Гутенберг и Чарльз Рихтер впервые показали, что существует логарифмически инвариантная закономерная зависимость между количеством и амплитудами (энергией) землетрясений. Закон Гу-

¹ Feynman R. P. Very High-Energy Collisions of Hadrons, Phys. Rev. Lett. 23 (1969), 1415
Bjorken J. D. Phys. Rev. D179 (1969) 1547

² Шноль С. Э. Конформационные колебания макромолекул. // в сб. Колебательные процессы в биологических и химических системах. М. Изд. Наука с. 20-41 (1967)

³ Шноль С. Э. Макроскопические флуктуации с дискретным распределением амплитуд в процессах различной природы. // в : Итоги Науки и Техники Молекулярная биология, т.5 М. ВИНТИ, ред. В. П.Скулачев с. 130-200 (1985)

Shnoll S. E., Kolombet V. A., Pozharski E. V., Zenchenko T. A., Zvereva I. M., Konradov A. A., Realization of discrete states during fluctuations in macroscopic processes, Physics Uspekhi 41 (10) 1025 - 1035 (1998)

тенберга-Рихтера⁴ убедительно доказывает наличие скейлинга в сейсмологии.

В 1981 году Леонид Л. Численко⁵ опубликовал работу о логарифмической масштабной инвариантности в статистических распределениях количества биологических видов в зависимости от размеров и масс организмов. Численко показал, что на логарифмической шкале размеров организмов участки высокой плотности распределения биологических видов повторяются через 0,5 единиц десятичного логарифма.

В 1984 году Кнут Шмидт-Нильсон⁶ опубликовал работу о логарифмической инвариантности процессов обмена веществ (метаболизма) в биосистемах. Еще в 19 столетии Эрнст Вебер и Густав Фехнер открыли скейлинг в физиологии восприятия. Они показали, что органы чувств логарифмируют интенсивность внешнего раздражения: интенсивность ощущения пропорциональна логарифму от интенсивности раздражения. Закон Вебера-Фехнера имеет место не только для слуха, но и для зрения, для обоняния и для тактильного чувства.

В 1981 году Алексей В. Жирмунский и Виктор Л. Кузьмин⁷ опубликовали работу о логарифмической инвариантности критических уровней развития биологических процессов: эмбриогенеза, морфогенеза, онтогенеза.

В работах 1987 - 1989 годов нами⁸ было показано, что логарифмическая инвариантность (скейлинг) является фундаментальным свойством собственных (резонансных) колебаний вещества. Разработанные нами методы оптимизации и прогнозирования технических процессов на основе анализа расположения физических характеристик колебательных процессов в спектре резонансных колебаний протонов получили европейские и международные патенты⁹.

⁴ Corral A. Universal local versus unified global scaling laws in the statistics of seismicity. // arXiv:cond-mat/0402555 v1 23 Feb 2004

⁵ Численко Л. Л. Структура фауны и флоры в связи с размерами организмов. Изд. Московского университета, 1981

⁶ Schmidt-Nielsen K., Scaling. Why is the animal size so important? Cambridge University Press, 1984.

⁷ Жирмунский А. В., Кузьмин В. Л. Критические уровни в развитии биологических систем. Москва, Наука, 1982

⁸ Мюллер Х. Общая теория устойчивости и объективные тенденции развития техники. В сб.: Применение законов развития и строения техники в поисковом конструировании. Волгоград, ВПИ, 1987

Мюллер Х. Суперустойчивость как закономерность развития технических объектов. В сб.: Закономерности техники и их применение. Волгоград-София, 1989

⁹ European Patents

Nr. 05700308.9-2206-CH2005000013, Nr. 05759820.3-1237-CH2005000427,

Nr. 05759818.7-1267-CH2005000426, Nr. 05700352.7-2415-CH2005000057.

1. Логарифмическая инвариантность как фундаментальное свойство собственных колебательных процессов

Резонансные колебания гармонического осциллятора на собственной частоте обладают рядом особенностей:

1. Резонансные колебания требуют лишь минимальных энергетических затрат.
2. Резонансные колебания имеют минимальные потери. Это является следствием минимальных энергетических затрат необходимых на возбуждение собственных колебаний.
3. Резонансные колебания выполняют закон сохранения для потенциальной и кинетической энергии предельно строго. Это является следствием минимальных потерь.

Рассмотрим резонансные колебания связанных осцилляторов, приводящие к стоячим волнам и покажем, что такие колебания генерируют логарифмически фрактальные спектры.

Известно, что стоячая волна образуется только тогда, когда в направлении распространения волны среда конечна и имеет размер равный целочисленному кратному половине длины волны. Это правило имеет место для всех мод колебания.

Вследствие этого для данной моды с частотой f_0 собственного колебания всегда найдется другая мода с частотой f_1 , для которой имеет место соотношение:

$$f_1 / f_0 = n,$$

где n есть целое число. Частоты f_k таких мод собственного колебания образуют экспоненциальный ряд:

$$f_k = f_0 \cdot n \cdot n \cdot n \cdot n \cdot \dots = f_0 \cdot n^k$$

Стало быть, эти моды собственного колебания образуют логарифмически фрактальный спектр. Рисунок 1 показывает ситуацию при $n = 3$:

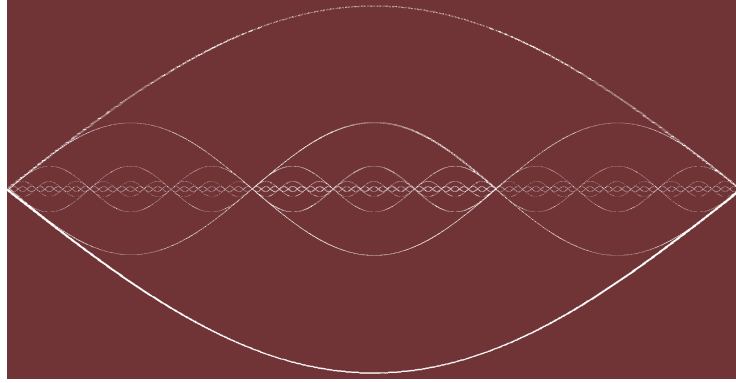


Рис. 1

Последнее высказывание имеет место для каждой выбранной моды собственного колебания. Следовательно, спектр любого собственного колебания складывается из некоторого множества логарифмически фрактальных спектров.

Вследствие фрактальности спектров мод собственных колебаний в узлах стоячей волны спектральная плотность максимальна. В тех районах среды где амплитуды мод колебания максимальны, частицы среды обладают максимальной кинетической энергией, а в узлах мод колебания кинетическая энергия минимальна. Таким образом, происходит фрактализация среды, образуются районы среды, где плотность частиц максимальна (в узлах).

Расстояние между узлами каждой моды собственного колебания равно половине длины волны. Следовательно, логарифмически фрактальный спектр частот мод собственного колебания порождает такое же логарифмически фрактальное распределение плотности частиц среды, причем это распределение совпадает с распределением спектральной плотности. В нашем примере $n = 3$ возникает фрактал Кантора¹⁰ с фрактальной размерностью подобия Хаусдорфа¹¹ $D = \ln 2 / \ln 3 \cong 0,63$:

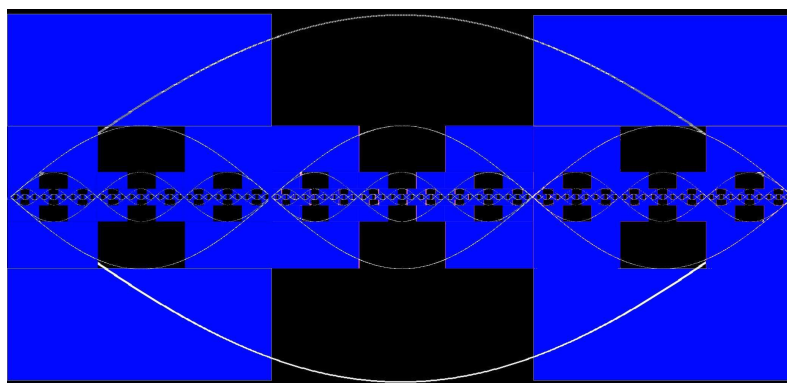


Рис. 2

¹⁰ Georg Cantor. Über unendliche lineare Punktmannigfaltigkeiten. Math. Annalen, 1883

¹¹ Hausdorff F. Dimension und äußeres Maß. Math. Annalen 79 (1919), S. 157 – 179

В фазах спектральной компрессии по мере приближения к какому-либо узлу возникает тенденция к слиянию частиц среды, в фазах спектральной декомпрессии по мере удаления от какого-либо узла возникает противоположная тенденция к рассеиванию частиц среды. Логарифмически фрактальная смена спектральной компрессии и декомпрессии влечет за собой логарифмически фрактальную смену плотных и неплотных структур в среде.

Учитывая их энергетическую эффективность, собственные колебания могут рассматриваться как наиболее вероятный механизм образования логарифмически фрактальных материальных структур.

В работах «О цепных дробях» (1737) и «О колебаниях струны» (1748) Леонард Эйлер сформулировал задачи, решение которых занимало математику в течение последующих 200 лет. Эйлер исследовал собственные колебания на модели безмассовой гибкой нити с бусинками. На основе этой задачи д'Аламбер разработал свой метод интеграции для системы линейных дифференциальных уравнений. Даниил Бернулли сформулировал свою знаменитую теорему о том, что решение проблемы свободных колебаний струны может быть представлено как тригонометрический ряд, что привело к дискуссии между Эйлером, д'Аламбером и Бернулли, которая длилась несколько десятилетий. Позже Лагранж показал, как осуществляется предельный переход от решения проблемы колебаний бус к решению проблемы колебаний однородной струны. Полностью эта задача была решена Фурье в 1822 году.

Однако, непреодолимые трудности возникали все же с колебаниями нити с конечным числом бусинок. Эта задача приводит к функциям с дырками. После письма Чарльза Эрмита от 20 мая 1893 года, в котором он призывал исключить из математики «ужасную напасть функций без производных», Т. Стилтес исследовал функции с негладкостями и нашел метод интеграции, который приводит к цепным дробям.

Еще Эйлер знал, что колебания сложных систем могут содержать и такие решения, которые не везде дифференцируемы. Эйлер оставил математически одаренным потомкам аналитический «монстр» - так называемые неаналитические функции (это понятие было сформулировано самим Эйлером). Неаналитические функции обеспечили занятость математиков вплоть до 20-го столетия, и после того как вызванный ими кризис математики уже казался преодоленным.

Этот кризис взял свое начало в 1875 году, когда Эмиль Гейнрих впервые доложил Реймонду о сконструированной Вейерштрассом гладкой, но недифференцируемой функции. Кризис длился приблизительно до 1925 года. Его главными актерами были Кантор, Пеано и Хаусдорф. В результате родился новая отрасль математики – фрактальная геометрия.

Наконец, в 1950 году Гантмахеру и Крейну¹² удалось решить эйлеровскую задачу о резонансных колебаниях нити с бусинками. Ленинградские математики рассматривали натянутую между бусинками нить как ломаную прямую. Именно этот незаурядный подход открыл им фрактальное видение ситуации. В результате им удалось найти общее решение двухсотлетней эйлеровской проблемы собственных колебаний нити с бусинками произвольной массы и произвольного распределения.

В работе «Осцилляционные матрицы, осцилляционные ядра и малые колебания механических систем» (Ленинград 1950) Гантмахер и Крейн показали, что цепные дроби Стилтеса являются решениями уравнений движения Эйлера-Лагранжа для собственных колебаний цепных систем. Эти цепные дроби генерируют фрактальные спектры.

В том же 1950 году Оскар Перрон¹³ опубликовал книгу «Учение о цепных дробях». Ахиезер¹⁴ занимался цепными дробями в работе «Классическая проблема моментов и некоторые связанные с ней вопросы анализа» (Москва 1961). В работе «Метод цепных дробей» (Ленинград 1955) Терских¹⁵ обобщил метод цепных дробей для анализа собственных колебаний разветвленных цепных систем. Хинчин раскрыл значение цепных дробей в арифметике и алгебре (Khinchine A. J. Continued fractions. University of Chicago Press, Chicago 1964). Работы Маркова, Хинчина, Тиле, Мэрфи, Хованского, Волла, Боднара, Кучминской, Скоробогатько и других математиков позволили разработать эффективные методы сложения и умножения цепных дробей.

2. Спектр собственных колебаний цепной системы гармонических осцилляторов

Основываясь на методе Гантмахера и Крейна¹² мы ищем спектр частот f собственных колебаний цепной системы гармонических осцилляторов в форме:

$$f = f_0 \exp(F)$$

f_0 есть собственная частота одного изолированного гармонического осциллятора, F есть некоторая цепная дробь Стилтеса¹⁶:

¹² Гантмахер Ф. Р., Крейн М. Г. Осцилляционные матрицы, осцилляционные ядра и малые колебания механических систем. Ленинград, 1950

¹³ Perron O. Die Lehre von den Kettenbruechen. 1950

¹⁴ Ахиезер Н.И. Классическая проблема моментов и некоторые вопросы анализа, связанные с ней. Москва, 1961

¹⁵ Терских В.П. Метод цепных дробей. Ленинград, 1955

¹⁶ Stieltjes T. Recherches sur les fractions continues, Ann. de Toulouse, VIII-IX, 1894-1895

$$F = N_0 + \frac{Z}{N_1 + \frac{Z}{N_2 + \dots + \frac{Z}{N_k}}}$$

Собственные колебания имеют минимальные потери и предельно строго выполняют закон сохранения для потенциальной и кинетической энергии. Этому требованию соответствуют цепные дроби Стилтъяеса со следующими элементами:

$$\begin{aligned} Z &= 2 \\ |N_0| &= 0, 1, 2, 3, \dots \\ |N_{i>0}| &= 1, 2, 3, \dots \end{aligned}$$

Условие сходимости для цепных дробей Стилтъяеса требует, чтобы

$$|N_{i>0}| \geq |Z| + 1$$

Следовательно, спектральные аттракторы (области максимальной спектральной плотности) возникают для частных знаменателей N_i со значениями кратными трем.

Итак, цепная дробь Стилтъяеса

$$N_0 + \frac{2}{N_1 + \frac{2}{N_2 + \dots + \frac{2}{N_k}}}$$

с целыми элементами $N_0, N_1, N_2, \dots, N_k$ генерирует логарифмически фрактальный спектр собственных частот цепной системы одноптипных осцилляторов:

$$f = f_0 e^{N_0 + \frac{2}{N_1 + \dots + \frac{2}{N_k}}}$$

Следующий рисунок показывает процесс образования этого спектра для случая $N_0 = 0, N_1 = 1, 2, 3, \dots$ (логарифмическое представление):

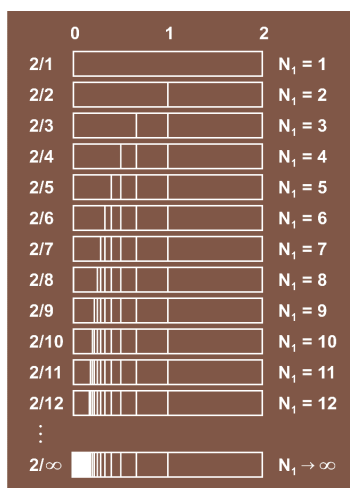


Рис. 3

Частные знаменатели N_i пробегает как положительные так и отрицательные целочисленные значения. Области максимальной спектральной плотности автоматически возникают на расстоянии в 3 целые логарифмические единицы друг от друга, где $N_0 = 3j$ ($j = 0, 1, 2, \dots$) и $N_i \rightarrow \infty$:



Рис.4

Для всех $|N_i| = 3j$ ($j = 1, 2, 3, \dots$) спектральная плотность достигает локального (на слое i) максимума. В областях спектра от $|N_i| = 3j - 2$ до $|N_i| = 3j - 1$ для $i > 0$ спектральная плотность минимальна. Области минимальной спектральной плотности в дальнейшем мы будем называть дырками, области максимальной спектральной плотности будем называть узлами спектра.

В режиме собственных колебаний (нет возмущений) фазовый сдвиг спектра данной физической величины по отношению к спектру сопряженной с ней физической величины составляет $|\Delta\phi| = 3/2$. Стало быть, в то время как первая физическая величина (например, разность электрических потенциалов) достигает максимума, другая (сопряженная с ней) величина (например, сила тока) достигает минимума:

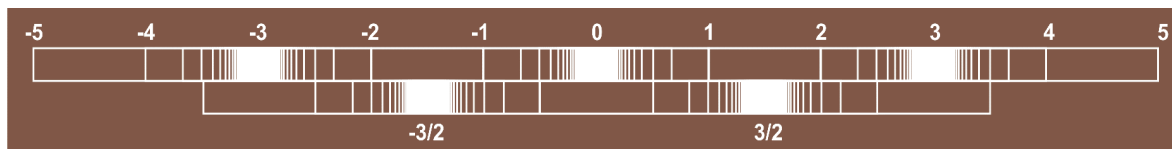


Рис. 5

Области перекрытия спектров закрашиваем зеленым цветом:



Рис. 6

Чем больше слоев спектра вычислено, тем четче вырисовывается его тонкая структура:

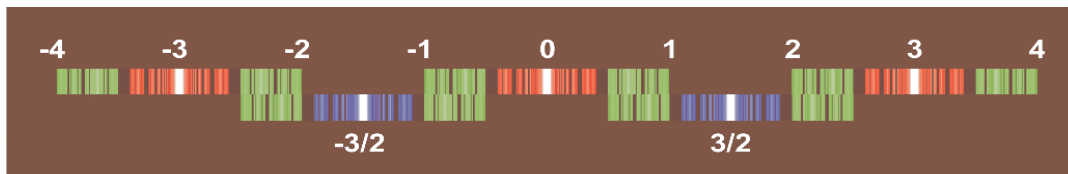


Рис. 7

Кратные трем свободные члены $|N_0| = 3j$ цепной дроби Стильтеса маркируют главные узлы спектра, а кратные трем частные знаменатели $|N_{i>0}| = 3j$ маркируют подузлы спектра. Все остальные частные знаменатели $|N_i| \neq 3j$ маркируют края дырок:

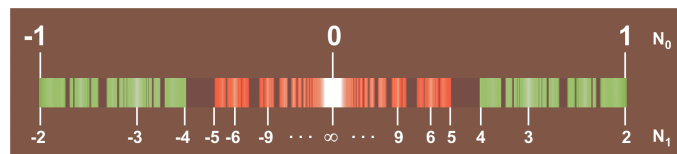


Рис. 8

Итак, логарифмированный спектр частот f собственных колебаний цепной системы связанных осцилляторов описывается следующей цепной дробью Стильтеса:

$$\ln(f/f_0) = \varphi + N_0 + \frac{2}{N_1 + \frac{2}{N_2 + \dots + \frac{2}{N_k}}} = [\varphi + N_0; N_1, N_2, \dots]$$

f_0 есть собственная частота одного изолированного осциллятора, фаза φ принимает значения 0 или $3/2$, числа N_0, N_1, N_2, \dots принимают целые значения.

3. Спектр собственных колебаний цепной системы связанных протонов

Обычное вещество состоит из атомов. Атом состоит на более чем 99,9 процентов своей массы из нуклонов (протонов и нейтронов). Масса нейтрона отличается менее чем на 0,14 процента от массы протона. Поэтому в дальнейшем мы будем рассматривать спектр собственных колебаний цепной системы связанных протонов и покажем, что этот спектр в значительной степени определяет свойства собственных колебаний вещества.

Предположим, что логарифмированный спектр частот f собственных колебаний цепной системы связанных протонов описывается той же цепной дробью Стилтеса:

$$\ln(f/f_p) = \varphi + N_0 + \frac{2}{N_1 + \frac{2}{N_2 + \dots + \frac{2}{N_k}}} = [\varphi + N_0; N_1, N_2, \dots]$$

$f_p = 1,425486... \cdot 10^{24}$ Гц есть собственная частота протона, фаза φ принимает значения 0 или $3/2$, числа N_0, N_1, N_2, \dots принимают целые значения. Кратные трем значения соответствуют узлам спектра, другие (целочисленные) значения соответствуют краям дырок.

Введем квантовую метрологию протона, основанную на физических свойствах протона, как масса покоя, элементарный электрический заряд и на фундаментальных физических постоянных, как скорость света в вакууме и постоянная Планка:

Табл. 1

внутренняя энергия протона	$E_p = m_p c^2$	$9,38272... \cdot 10^8$ эВ
масса покоя протона	m_p	$1,672621... \cdot 10^{-27}$ кг
электрический заряд протона	e	$1,6021764... \cdot 10^{-19}$ К
длина волны протона	$\lambda_p = h / 2\pi m_p$	$2,103089... \cdot 10^{-16}$ м
собственная частота протона	$f_p = c / \lambda_p$	$1,425486... \cdot 10^{24}$ Гц
период собственных колебаний протона	$\tau_p = 1 / f_p$	$7,01515... \cdot 10^{-25}$ сек

Масса покоя протона и собственная частота протона связаны между собой через постоянную Планка и скорость света в вакууме, т.е. через некоторые постоянные факторы пересчета одной единицы измерения в другую. С точки зрения метрологии, масса покоя m_p есть та же энергия $E_p = m_p c^2$, только выраженная в других единицах измерения. Частота $f_p = c / \lambda_p = 2\pi$

$c m_p / h$ есть та же энергия $E_p = m_p c^2$, только выраженная в других единицах измерения и т.д.

Поэтому мы можем рассматривать не только спектр частот, но и спектр периодов собственных колебаний, длин волн, масс и зарядов цепной системы связанных протонов. Все эти спектры изоморфны.

4. Локальные особенности спектра протонных резонансов и связанные с ними свойства колебательных процессов

В районах узлов, где спектральная плотность достигает максимума, частоты собственных колебаний расположены предельно плотно друг другу, так что вблизи узла почти любая частота является собственной (резонансной) частотой цепной системы протонов. Следовательно, если физическая характеристика колебательного процесса расположена вблизи какого-либо узла в спектре собственных колебаний протонов, то вероятность протонного резонанса высока. Вследствие того что вклад нуклонов в массу вещества составляет почти 100 процентов, следует ожидать, что вблизи узла в спектре собственных колебаний протонов вероятность возникновения турбулентностей в колебательных процессах вещества высока. В центре узла спектра собственных колебаний протонов спектральная компрессия переходит в декомпрессию (или наоборот), вследствие чего вероятность смены характера любого колебательного процесса возрастает. Наоборот, если физическая характеристика какого-либо колебательного процесса расположена в дырке спектра собственных колебаний протонов, то вероятность флуктуации и смены характера колебательного процесса низка. В дырке спектра собственных колебаний протонов вероятность протонного резонанса низка, а следовательно, низка и вероятность возникновения турбулентностей.

Таблица 2 показывает связь ожидаемых свойств колебательного процесса с расположением его физических характеристик в спектре протонных резонансов:

Табл. 2

Расположение физической характеристики колебательного процесса в спектре протонных резонансов	Ожидаемая динамика физической характеристики колебательного процесса
около узла	турбулентность малой амплитуды высокая вероятность флуктуации высокая вероятность смены тенденции

	<p>высокая вероятность резонанса</p> <p>высокая энергетическая эффективность</p> <p>центр аккумуляции / роста</p>
в дырке	<p>ламинарность высокой амплитуды</p> <p>низкая вероятность флуктуации</p> <p>низкая вероятность смены тенденции</p> <p>низкая вероятность резонанса</p> <p>низкая энергетическая эффективность</p> <p>область распада / интенсивного роста</p>
край дырки	<p>турбулентность высокой амплитуды</p> <p>высокая вероятность флуктуации</p> <p>высокая вероятность смены тенденции</p> <p>высокая вероятность резонанса</p> <p>граница распада / роста</p>
в «зеленой» области перекрытия противофазных участков спектра	<p>ламинарность средней амплитуды</p> <p>средняя вероятность флуктуации</p> <p>средняя вероятность смены тенденции</p> <p>средняя вероятность резонанса</p> <p>средняя энергетическая эффективность</p> <p>область затухания / перехода</p>

Следующая таблица показывает связь ожидаемых свойств колебательного процесса с направлением передвижения его физических характеристик в спектре протонных резонансов:

Направление передвижения физической характеристики колебательного процесса в спектре протонных резонансов	Ожидаемая динамика физической характеристики колебательного процесса
в направлении возрастающей спектральной плотности (спектральной компрессии)	<p>возрастающая вероятность турбулентности</p> <p>возрастающая вероятность флуктуации</p>

	<p>возрастающая вероятность смены тенденции</p> <p>возрастающая вероятность резонанса</p>
<p>в направлении убывающей спектральной плотности (спектральной декомпрессии)</p>	<p>убывающая вероятность турбулентности</p> <p>убывающая вероятность флуктуации</p> <p>убывающая вероятность смены тенденции</p> <p>убывающая вероятность резонанса</p>

Покажем связь свойств колебательного процесса с расположением его физических характеристик в фундаментальном спектре на фактическом материале.

5. Распределение экстремумов флуктуаций скорости радиоактивного распада в спектре протонных резонансов

В работах С. Э. Шноля³ и его коллег (Институт Теоретической и Экспериментальной Биофизики РАН), посвященных феномену «макроскопических флуктуаций», особое внимание уделяется неслучайности тонкой структуры распределений (формы гистограмм) результатов измерений процессов разной природы.

Макроскопические флуктуации, это – закономерное изменение тонкой структуры распределений результатов измерений скоростей процессов разной природы – от биохимических реакций до радиоактивного распада. Исходным экспериментальным материалом, используемым при исследовании эффекта макроскопических флуктуаций, являются временные ряды величин флуктуаций в протекании процессов различной природы. Свойства эффекта не зависят ни от природы процесса – носителя шумов, ни от типа самого шумового процесса.

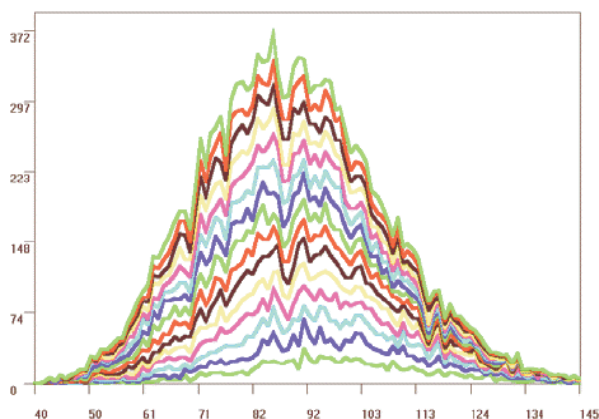


Рис. 9

На рисунке 9 представлено распределение результатов 15000 измерений α -активности препарата Pu 239, неподвижно укрепленного на полупроводниковом детекторе³. Продолжительность одного измерения 6 сек. На рисунке по оси абсцисс отложены величины радиоактивности (имп/бсек). По оси ординат - число измерений с данной величиной α -активности. Средняя активность около 90 имп/6 сек. «Слоевые» линии проведены через каждые 1000 измерений.

Видно наличие относительно узких экстремумов – некоторые значения измеряемой величины оказываются более вероятными, чем другие. Эта «полиэкстремальность» не обусловлена недостаточно большим числом измерений – по мере увеличения числа измерений дискретность также растет – увеличиваются высоты пиков и глубины впадин. Это явление не обусловлено и «статистической инерцией»: при одновременных или близких по времени измерениях гистограммы данной формы независимо повторяются.

Благодаря статистической устойчивости феномена «полиэкстремальности» мы можем анализировать распределение экстремумов радиоактивности в спектре протонных резонансов. Радиоактивность от 56 до 132 импульсов в 6 сек соответствует от 9 до 22 импульсов в секунду. Соответствующий участок спектра частот протонных резонансов показан на следующем рисунке 10:

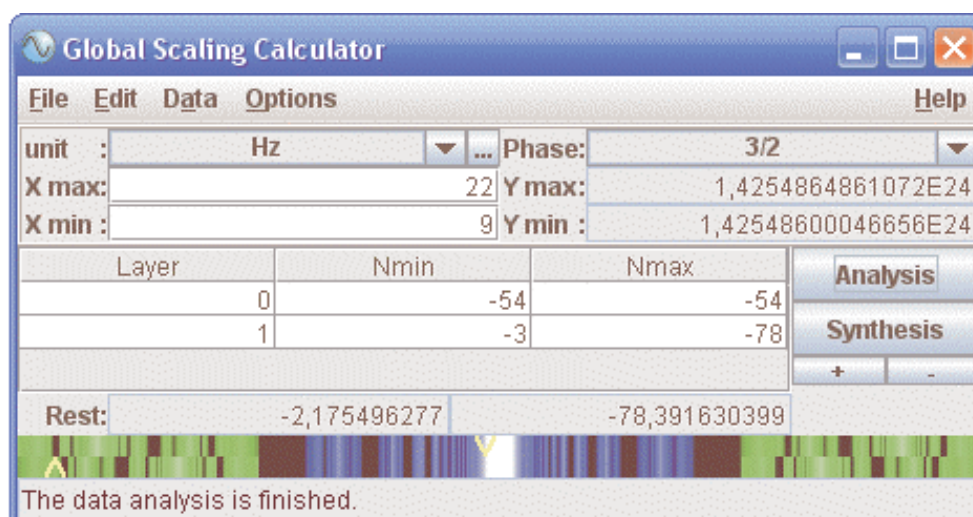


Рис. 10

Рисунок 10 показывает поверхность пользователя софта¹⁷ „Global Scaling Calculator“ специализированного для определения расположения физических характеристик колебательных процессов в спектре частот

¹⁷ Mueller H. Scaling in der Softwareentwicklung. // Raum und Zeit, Ehlers Verlag, Muenchen-Wolfratshausen, Nr. 112, (2001)

собственных колебаний цепной системы связанных протонов. Желтые стрелки в спектре показывают положение частот 9 и 22 Гц в фундаментальном спектре. Видно, что в диапазоне от 9 до 22 Гц в спектре протонных резонансов расположена только одна большая дырка (черного цвета). Так как в диапазоне частот 9 и 22 Гц в спектре протонных резонансов нет более крупных дырок, то в соответствии с таблицей ожидаемых свойств колебательных процессов можно ожидать, что вблизи границ этой дырки амплитуды флуктуации максимальны. Рисунок 11 показывает частотные границы этой дырки:

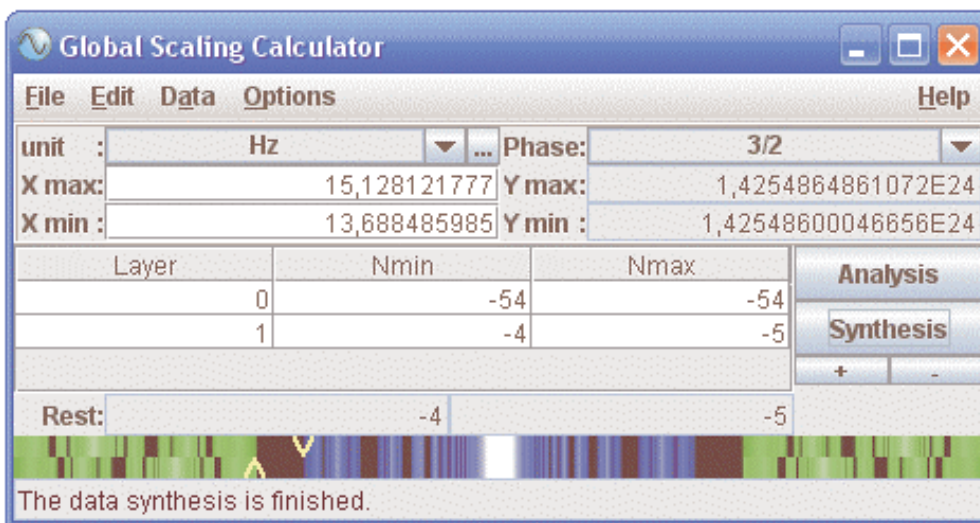


Рис. 11

Границы дырки маркируют частоты в 13,7 и 15,1 Гц, что соответствует 83 и 92 импульсам в 6 секунд. Около 83 и 92 имп/6 сек амплитуда флуктуации радиоактивности действительно достигает максимума.

Распределение локальных экстремумов в «слоистых» гистограммах радиоактивности хорошо совпадает с распределением локальных особенностей спектра частот собственных колебаний цепной системы связанных протонов. Это дает нам основание предположить, что стабильность тонкой структуры «слоистых» гистограмм радиоактивности пробы Pu 239 является следствием локальных особенностей спектра частот собственных колебаний связанных в ядрах пробы Pu 239 протонов.

При огрублении гистограммы – увеличении величины разряда (шага) – полиэкстремальность нивелируется³. Полиэкстремальность не противоречит подчинению процесса радиоактивного распада статистике Пуассона: существующие статистические критерии согласия гипотез нечувствительны к тонкой структуре таких гистограмм. Вывод о неслучайности этой тонкой структуры следует из сходства формы независимо получаемых гистограмм. Относительная узость «пиков» и «впадин» означает, что полиэкстремальность не является следствием вероятностных причин: ши-

рина этих экстремумов в соответствии со статистикой Пуассона должна быть порядка среднеарифметической. Значения среднеарифметических для соседних экстремумов очень близки и соответствующие распределения оказались бы взаимно перекрыты³.

6. Зависимость свойств биофизических колебательных процессов от расположения их физических характеристик в спектре протонных резонансов

Деление спектра длин волн электромагнитного излучения на видимый и невидимый инфракрасный и ультрафиолетовый свет основано исключительно на особенностях восприятия зрением. Стало быть, это деление основано на резонансном поведении вещества зрительного нерва. Другие особенности инфракрасного света (по сравнению с видимым светом) также проявляются исключительно при взаимодействии света с веществом, которое на 99,9 процентов своей массы состоит из нуклонов. Следующий график показывает положение спектров длин волн видимого, инфракрасного и ультрафиолетового света в спектре протонных резонансов:

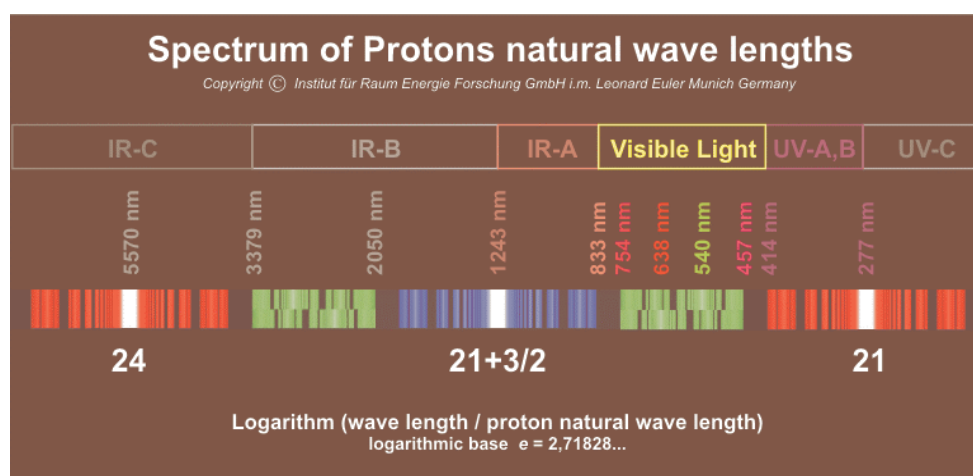


Рис. 12

Видно, что зрение приспособилось к восприятию света в полосе длин волн, относящихся к ламинарной «зеленой» зоне собственных колебаний протонов, захватывая обе дырки слева и справа от этой зоны. В этой зоне также находятся максимумы спектра поглощения хлорофилла и гемоглобина.

Инфракрасный А и ультрафиолет А,В занимают полосы одинаковой логарифмической ширины слева и справа от полосы видимого света, что является следствием логарифмической инвариантности (скейлинга) фрак-

тального спектра собственных колебаний протонов. Границы этих полос совпадают с положением главных узлов $[21+3/2] = 1243$ нм и $[21] = 277$ нм в спектре протонных резонансов. Длина волны 1243 нм в узле $[21+3/2]$ совпадает с минимумом в инфракрасном спектре поглощения эукариотических клеток. По этой причине инфракрасное окно около 1243 нм используют для дистанционного наблюдения за биологическими объектами, например, с высоты околоземной орбиты. Длина волны 277 нм в узле $[21+3/2]$ совпадает с максимумом в ультрафиолетовом спектре поглощения прокариотических клеток. Поэтому ультрафиолетовое окно около 277 нм используют, например, для эффективной дезинфекции с помощью источника ультрафиолетового света.

7. Влияние протонного резонанса на активность биохимических процессов

С целью проверки справедливости предположений о биохимической активности ряда частот протонных резонансов, с 2004 по 2007 годы в лаборатории биохимии клетки Института Теоретической и Экспериментальной Биофизики РАН, г. Пущино, под руководством проф. Кондрашовой М. Н.¹⁸ исследовалось влияние модулированного красного и инфракрасного света на активность сукцинатгидрогеназы в митохондриях лизосомов клеток крови млекопитающих.

В результате этих исследований удалось показать, что например, свет модулированный частотой 101 Гц оказывает высоко эффективное регулятивное воздействие на активность сукцинатгидрогеназы в митохондриях. Этот фермент сжигает янтарную кислоту в митохондриях. Этот процесс является наиболее важным источником энергии клетки. Уровень активности сукцинатгидрогеназы в митохондриях является надежным критерием состояния здоровья.

Частота 101 Гц близка к резонансной частоте оптических рецепторов эукариотических клеток и соответствует главному узлу $[-51]$ в спектре собственных колебаний протонов. Поэтому мы предположили, что модулированный этой частотой свет должен оказывать существенное влияние на протекание энергетически важных биохимических процессов в клетке. Это предположение полностью подтвердилось. На основе проведенных исследований нами был разработан прибор „ProtoLight“ для терапевтического применения.

¹⁸ Kondrashova M.N., Zinchenko V.P. Mechanism of auto-oscillations in mitochondria based on modulations of succinate dehydrogenase activity. // www.pubmed.gov

8. Классификация небесных тел Солнечной системы в зависимости от расположения их физических характеристик в спектре протонных резонансов

По сравнению с окружающим их космическим пространством небесные тела (звезды, планеты, луны, астероиды) представляют собой достаточно плотные скопления материи, состоящие на более чем 99 процентов своей массы из нуклонов. Поэтому можно ожидать, что распределение небесных тел в спектре масс протонных резонансов неслучайно. Рисунок 13 показывает, что это действительно так:

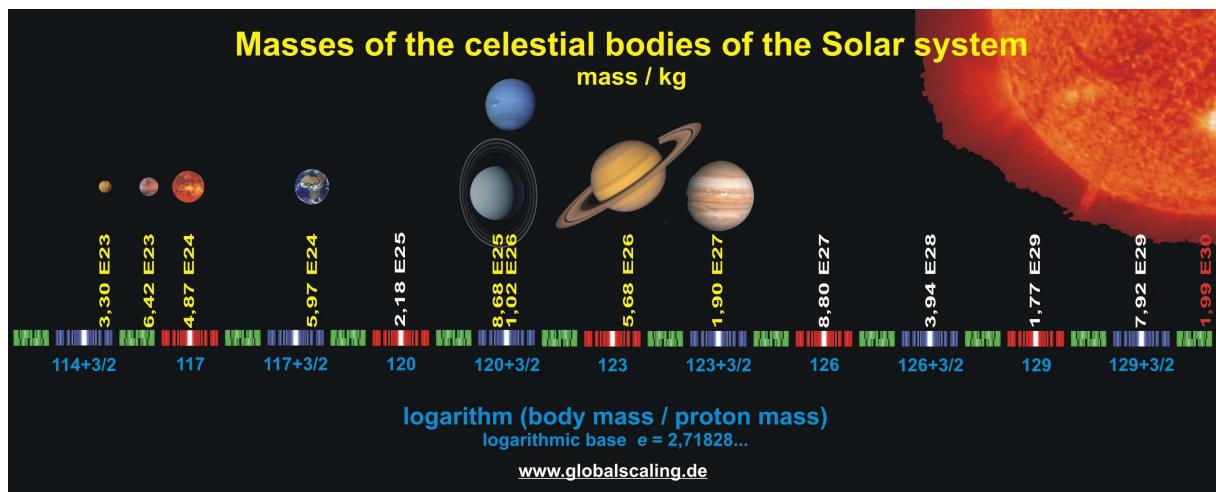


Рис. 13

Массы Меркурия, Венеры, Земли, Нептуна, Урана, Юпитера и Сатурна расположены близко к узлам в спектре масс протонных резонансов. Тем не менее заметны некоторые особенности: В то время как Венера и Юпитер практически находятся в узлах спектра, остальные небесные тела расположены более или менее далеко от узлов. В особенности это относится к Солнцу и к Марсу. Они расположились в зеленых областях спектра.

В соответствии с таблицей 2 теперь мы можем оценить динамику колебательных процессов происходящих внутри небесного тела исходя из расположения его массы в спектре масс протонных резонансов.

Например, характер колебательных процессов внутри Венеры с высокой вероятностью должен быть турбулентным, что подтверждается экстремально высокой сейсмической активностью Венеры. Сейсмическая активность Земли значительно ниже, а на Марсе она практически отсутствует. Солнце проходит относительно спокойную стадию звездной эволюции. Масса Солнца находится в ламинарной зеленой зоне спектра масс протонных резонансов. Напротив, колебательные процессы внутри газо-

вых гигантов должны быть достаточно турбулентными, что косвенно подтверждается их собственным свечением и атмосферными вихревыми образованиями.

Вакантные узлы в спектре масс протонных резонансов, с большой вероятностью, в других звездных системах, могут быть заняты небесными телами. В этом смысле Солнечная система представляет собой частный случай распределения небесных тел в спектре масс протонных резонансов. Таким образом, спектр масс протонных резонансов позволяет предсказать возможные распределения масс небесных тел в звездных системах. Возможно, что газовый гигант CoRoT-Echo-2b является кандидатом на узел [126], а планета Gliese 581d, возможно, является кандидатом на узел [120].

Рисунок 14 показывает распределение размеров небесных тел Солнечной системы в спектре длин волн протонных резонансов:

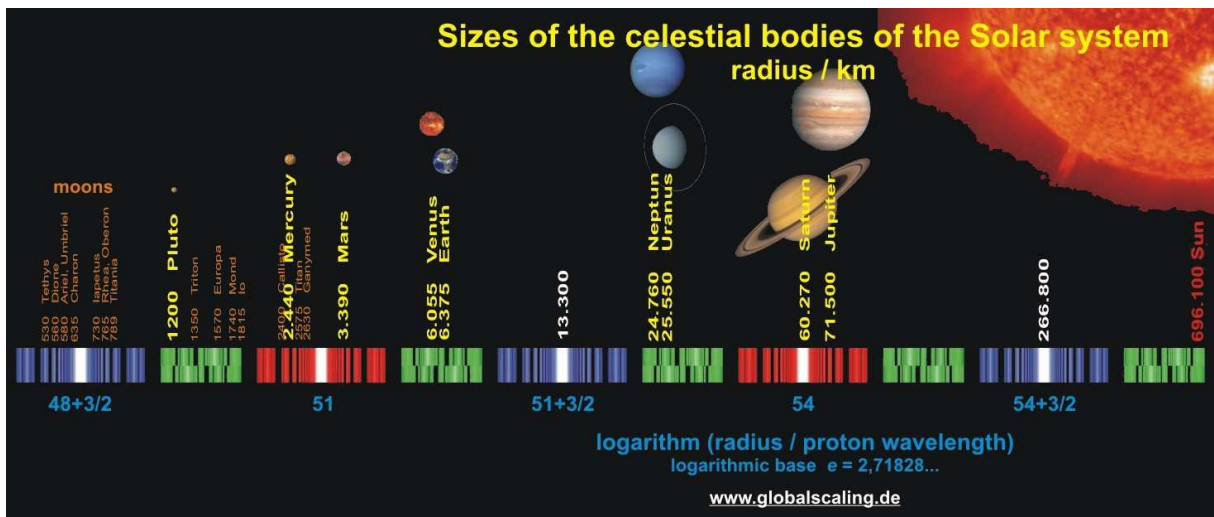


Рис. 14

Интересно что положение Солнца качественно не изменилось: оно по-прежнему находится на периферии зеленой зоны. Следуя таблице 2, можно ожидать ламинарное поведение Солнца и в отношении изменения его размера. Если же размер солнечного диска превзойдет отметку 725.300 км, что соответствует концу зеленой зоны, то Солнце сначала будет проходить фазу стремительного увеличения размера до отметки 801.500 km, что соответствует концу дырки в спектре протонных резонансов, а затем Солнце перейдет в турбулентную фазу эволюции.

Дальнейшее бурное увеличение размеров Земли или Венеры маловероятно. В рамках нашей модели вероятность того, что Земля и Венера когда-то имели размер Марса, достаточно высока. Вероятность того что сам Марс когда-либо достигнет размера Земли, достаточно мала, так как масса Марса находится в зеленой области затухания (см. рис. 13). В отно-

шении ожидаемой эволюции их размера газовые гиганты Юпитер и Сатурн существенно отличаются от Нептуна и Урана. Юпитер и Сатурн, с большой вероятностью, будут бурно расти в то время как Нептун и Уран еще очень долго не будут менять своих размеров.

Рисунок 15 показывает распределение размеров орбит (средних расстояний от центра Солнца) небесных тел Солнечной системы в спектре длин волн протонных резонансов:

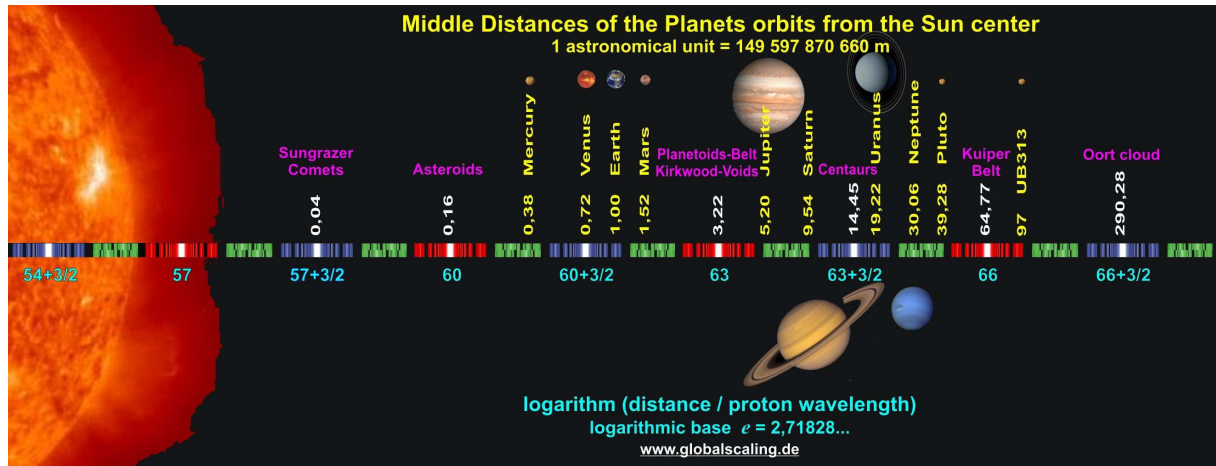


Рис. 15

Практически во всех узлах спектра расположены пояса астероидов или других мелких небесных тел, что по-видимому является следствием процессов аккумуляции материи на средних расстояниях от центра Солнца, соответствующих узлам спектра длин волн протонных резонансов. Только Венера занимает узловую орбиту, и это с высокой точностью. Возможно, что это обстоятельство является причиной идеальной круговой орбиты Венеры и синхронизации периодов обращения и вращения. Орбита Земли более эллиптическая, а орбиты Меркурия и Марса в зеленых зонах сильно эллиптические.

Заключение

Логарифмически фрактальное строение материи во всех масштабах – от атома до Солнечной системы – может быть понято как следствие собственных (резонансных) колебательных процессов. Именно характер этих процессов, по-видимому, определяет пространственно-временные масштабы. Вполне возможно, что фундаментальные асимметрии и нарушения симметрий являются свойствами линейных проекций логарифмически фрактальных структур. Вероятно, экспоненциальное расширение вселенной также является следствием логарифмической инвариантности и не нуждается в привлечении темной энергии. Возможно, что и трехмер-

ность линейного пространства является лишь свойством линейной проекции $e = 2,718\dots$ -мерного фрактального многообразия необходимого для осуществления резонансных колебательных процессов.

Благодарности

Автор выражает благодарность О.М.Калинину (Санкт Петербургский госуниверситет) за многолетнее обсуждение математической части, С.Э.Шнолю, В.А.Панчелюге и В.А.Коломбету за неоднократное обсуждение физической части, М.Н.Кондрашовой, С.И.Заичкиной, О.М.Розановой (ИТЭБ РАН) за обсуждение биофизической части и проведение экспериментальных исследований.