

**С.И. Сухонос**

## **СТРУКТУРА УСТОЙЧИВЫХ УРОВНЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИАЛЬНОГО МИРА**

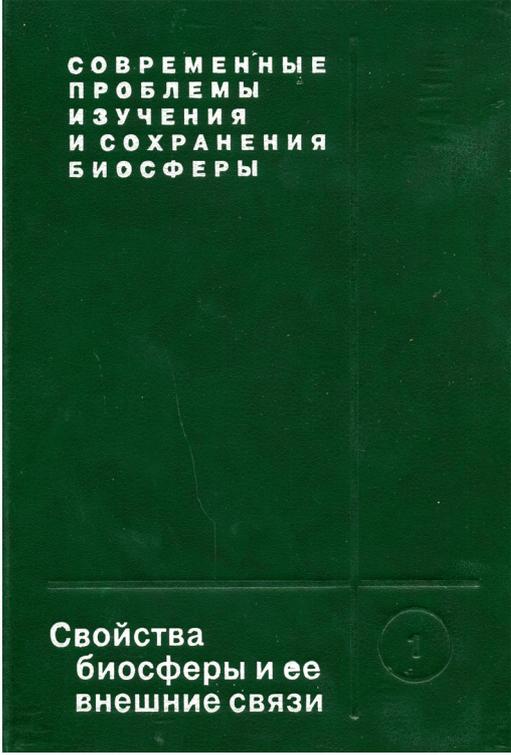
---

Проблема выживания биосферы — это и вопрос о ее устойчивости к внешним воздействиям, в ряду которых важнейшее место занимают космические факторы. Довольно условно их можно разделить на локальные, глобальные и вселенские. При этом если о влиянии на биосферу ближнего космоса после работ А.Л. Чижевского [25] сформировалось целое направление, то о влиянии дальнего (галактического) космоса до недавнего времени появлялись редкие работы [7], поток которых усилился лишь в 80-е годы в связи с выдвижением двух типов гипотез о воздействии галактических рукавов [15, 29] и галактического диска [32] на периодичность глобальных биосферных революций. Еще меньше занимал науку вопрос воздействия на биосферу Земли Вселенной в целом. Не последнюю роль в этом сыграл мировоззренческий шок, к которому привело развитие внегалактической астрономии, выявившее ничтожность масштабов Земли в трехмерной картине Метагалактики. Кроме того — невозможно подойти к этой проблеме с прямым приборным исследованием.

Поэтому традиции русской науки, стремившейся рассматривать мир в целом, надолго были утрачены. Такие ученые, как К.Э. Циолковский, В.И. Вернадский, А.Л. Чижевский, были убеждены, что проблемы эволюции биосферы необходимо рассматривать в контексте законов изменения Космоса. Альтернатива такому подходу — версия о случайном зарождении жизни на Земле. До недавнего времени она господствовала в научном сообществе, однако работы ряда космологов, в первую очередь Г.М. Идлуса [5], а вслед за ним и других авторов [22, 23, 28, 30] заставили усомниться в этой версии.

Первым звонком стало открытие проблемы больших чисел [24], суть которой в том, что различные «осмысленные» комбинации мировых констант (скорости света, постоянной Планка, массы протона, радиуса Вселенной и др.) приводили к безразмерному соотношению  $\sim 10^{40}$  для всех основных физических параметров без исключения: расстояний, зарядов, масс и времен!

На решение этой загадки ринулись выдающиеся физики нашего века. Гамов, Дирак, Бранс, Дикке и другие пытались найти ее логическое объяснение, но вынуждены были отступить [24]. Атака не была напрасной. Одним из ее побочных результатов явилось обнаружение «жесткой шнуровки» всех параметров Вселенной вокруг биологической жизни. Например, относительное уменьшение скорости расширения Вселенной на  $10^{-12}$  в момент, когда ее средняя температура была  $10^{10}$  К, привело бы к средней температуре в наше время в 10 000 К [23], а изменение постоянной тонкой структуры всего на несколько процентов привело бы к тому,



**СОВРЕМЕННЫЕ  
ПРОБЛЕМЫ  
ИЗУЧЕНИЯ  
И СОХРАНЕНИЯ  
БИОСФЕРЫ**

**Свойства  
биосферы и ее  
внешние связи**

что существование хотя бы одной звезды типа нашего Солнца было бы невозможно [22]. Впоследствии эти факты стали предметом широкого обсуждения [4] и породили у космологов недоумение — оказалось, что Вселенная именно такая, какая нужна для существования в ней жизни [20].

Эти результаты уже не позволяют при построении полной модели устойчивого развития биосферы обойти стороной влияние вселенского фактора. И хотя часть ученых стремится любой ценой, даже за счет привлечения гипотезы ветвящихся миров (сколь угодно большого множества параллельных миров), спасти версию случайного зарождения жизни на Земле [28], в противовес этому стало набирать силу направление (работы Иддиса [4], Уилера [22] и др.), в котором «глобальные законы эволюции Вселенной... и локальные законы... возникновения жизни... [стягиваются]... в один еще более тугий концептуальный узел» [20, с 29].

Данный раздел посвящен развитию одной из сторон этого направления — связи проблемы больших чисел со структурой устойчивых уровней организации материи, в том числе биологической.

С учетом того, что прямое приборное изучение влияния вселенского фактора на устойчивость биосферы невозможно, единственным методологическим инструментом становится обобщение огромного множества уже добытых фактов и построение внутренне непротиворечивой концепции. Наибольшего успеха в этом направлении можно добиться, с нашей точки зрения, с помощью системно-классификационного анализа, который позволяет получать количественные параметры и предсказывать существование новых классов объектов. Вводимые нами новые глобальные закономерности доступны экспериментальной и косвенной статистической проверке.

## **Иерархия уровней организации**

Любой анализ целостности системы Жизнь — Вселенная остается неполным, если не рассматривать место биологической иерархии в иерархии общеприродной, ведь масштабный интервал биосферы занимает лишь часть масштабной оси известной нам Вселенной. Поэтому вполне закономерны вопросы: почему биосистемы образовались именно в рамках данных размеров и нет ли здесь более общих закономерностей, кроме уже известных; каково взаимодействие уровней организации живой и неживой природы и какова связь структурной организации с проблемой устойчивости биосферы. Однако до сих пор не существует общепринятой системы уровневой организации, и большинство схем подобного рода носят чисто описательный характер, без каких-либо количественных закономерностей. Одной из главных трудностей на пути к метрической системе является выбор единого классификационного параметра для разнесения объектов по масштабным классам. Различными авторами используются в качестве такого параметра масса, и размер, и энергия, и время жизни, и даже чисто понятийные категории [10]. Но еще Дж. Уилер [21] показал, что все физические параметры сводимы к пространственному, т. е. к размеру.

Другой трудностью является методика упорядочивания объектов по их размерам, так как для многих систем микромира и космоса статистическое распределение известно весьма приблизительно. Однако в работе [18] показано, что эти трудности преодолимы, если применять метаклассификационную методику и ориентироваться на экстремальные размеры представителей выбранного класса, которые известны более достоверно.

Если на масштабную ось нанести интервалы размеров допустимого существования объектов наиболее типичных классов, то окажется, что они образуют упорядоченную периодическую систему (рис. 1) с шагом  $10^{10}$ . При этом если каждый класс дополнить подклассом ядер объектов, то шаг делится пополам, что позволяет представить периодичность моделью в духе синергетики [26] — на холмистой поверхности в потенциальном поле устойчивости объекты могут находиться в трех основных состояниях: устойчивого равновесия в нижних

точках синусоиды (ядра), неустойчивого равновесия в верхних точках и неустойчивости на склонах.

В этом случае весь интервал доступного науке мира от максимонов ( $10^{-33}$  см) до Метагалактики ( $10^{28}$  см), занимающий приблизительно 60 порядков, делится на шесть классов по 10 порядков каждый или на 12 подклассов по пять порядков. Границы каждого класса анализировались на основании имеющихся в соответствующих разделах науки данных; как всегда при классифицировании их определение с абсолютной точностью невозможно [9]. Для приведенной классификации погрешность оценивается в 10–20% длины масштабного интервала. Интересно, что погрешность не накапливается при переходе от класса к классу, а взаимокompенсруется, что позволяет использовать обнаруженный здесь коэффициент  $10^5$  для обратной коррекции границ, классов и расчета характерных размеров малоизученных объектов.

Какой смысл в выделении этих масштабных классов? Во-первых, выявлена неизвестная ранее периодическая закономерность, которая позволяет уточнять наиболее характерные размеры в случае неполной эмпирической информации. Во-вторых, выяснилось, что типичные объекты-представители расположены в центрах занимаемых ими масштабных классов, что позволяет выделить эти характерные размеры в качестве зон особой устойчивости. И хотя внутри каждого класса распределение многих объектов по уровням устойчивости имеет фрактальный характер (выделяются вторичные, третичные и т.д. экстремумы), при переходе через главные экстремумы классов происходят пороговые (иногда инверсионные) изменения многих физических и системных свойств объектов. В первую очередь это структурная повторяемость с периодом  $10^{20}$ . Если атом имеет моноцентрическую структуру — центральное ядро и концентрические оболочки, то более крупные системы в подавляющем большинстве случаев полицентричны, пока мы не подходим через 20 порядков к звездам с аналогичными ядрами и оболочками. При этом структурное подобие настолько бросается в глаза, что специалисты часто пишут о гигантских ядрах — нейтронных звездах, состоящих из «голых» нуклонов, которые практически точно в  $10^{20}$  раз больше атомных ядер.

Таким образом, границы перехода от моноцентризма к полицентризму расположены на оси через 20 порядков. Анализ показывает, что объяснение этому кроется в том, что метагалактический интервал почти точно делится на три зоны (по 20 порядков) преобладания в формировании структур одного из трех видов взаимодействия (см. рис. 1). Так, вплоть до  $10^{-13}$  см основным видом, ответственным за процессы в микромире, является слабое взаимодействие, а на больших расстояниях начинают доминировать электромагнитные силы, которые уступают гравитационным лишь на рубеже  $10^7$  см, где они сминают вещество и образуют ядерно-оболочечные структуры. Еще дальше на космических масштабах доминируют гравитационные поля, отвечающие за основные структурные особенности всех планет, звезд, галактик и их скоплений. Системный анализ [18] показал, что предлагаемая схема содержит и ряд других закономерностей. Так, доминирующий тип эволюционного процесса (синтез или деление) периодически сменяется через интервал  $10^5$ .

Поскольку полной повторяемости все же нет, а есть лишь подобие, то с учетом астрономически большого коэффициента такого подобия нами введено понятие масштабной симметрии.

Нетрудно заметить, что в предлагаемой классификации имеет смысл ряд коэффициентов подобия:  $10^5$ ,  $10^{10}$ ,  $10^{20}$  и  $10^{60}$ . В этот ряд логично вписывается и упомянутое ранее соотношение  $10^{40}$ . Следовательно, можно предположить, что проблема больших чисел является частью проблемы масштабной симметрии. Так, например, соотношение между радиусом Вселенной и классическим радиусом электрона равно двойному преобразованию с коэффициентом  $10^{20}$ . Можно предположить, что силы, массы и времена во Вселенной подчинены аналогичным закономерностям и их соотношения дают на выходе все «большие числа». Если это

так, то тогда каркас размерных масштабов Метагалактики служит основой для других масштабных закономерностей. Конечно, характерные массы, времена жизни, силы и т. п. могут иметь и свои коэффициенты масштабной симметрии, но примечательно, что для философской пары пространство — время можно выстроить аналогичную геометрическую прогрессию со знаменателем  $10^5$ :  $\sim 10^{-43}$  с (фундаментальное время [8]),  $\sim 10^{-38}$  с (?),  $\sim 10^{-33}$  с (?),  $\sim 10^{-33}$  с (?),  $\sim 10^{-23}$  с (?),  $\sim 10^{-23}$  с («хронон» [24]),  $\sim 10^{-18}$  с (время прохождения электромагнитным сигналом поперечника атома),  $\sim 10^{-13}$  с (средний период колебания атомов во всех конденсированных телах),  $\sim 10^{-8}$  с (среднее время нахождения атома в возбужденном состоянии),  $\sim 10^{-3}$  с (оптимальная частота сигнальных импульсов, идущих по нервным путям от биорецепторов [6]),  $\sim 5,5$  мин (?),  $\sim 1$  год (!),  $\sim 10^5$  лет (пора в геологическом времени [13]),  $\sim 10^{10}$  лет (возраст Вселенной [1]).

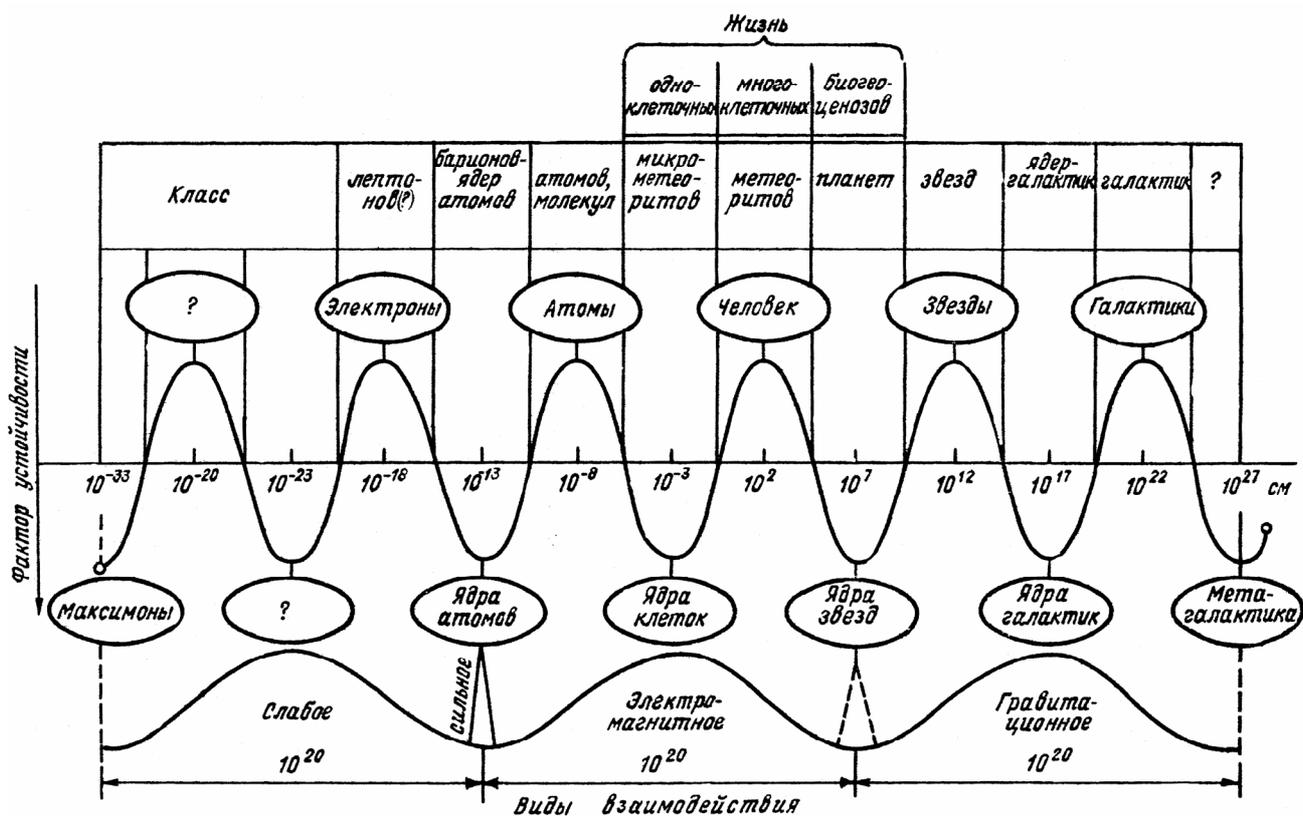


Рис. 1.  
Классификация природных объектов  
в пространстве признаков «размер — устойчивость»

Поэтому можно сделать вывод, что Вселенная имеет иерархию периодически устойчивых масштабных уровней, которые «заселены» наиболее «устойчивыми» объектами. Совершенно независимо в рамках традиционной космологии Дж. Ислам в работе [31] показал, что существующие тенденции эволюции материи во Вселенной ведут к прогнозируемому состоянию, в котором более «живучими» оказываются объекты, расположенные на рис. 1 как раз во впадинах модели. Таким образом, сложная иерархия структур природы организована не хаотично, а согласно стройным законам гармонии.

В этой гармонии выделенное положение занимает масштабный интервал земной жизни.

## **Симметрия и асимметрия положения масштабного интервала жизни**

Еще В.И. Вернадский [2] обращал особое внимание натуралистов на исследование предельных размеров, свойственных жизни. Он указывал, что организмы заключены в интервале от  $10^{-5,5}$  см (вирусы) до  $10^{4,5}$  (гигантские растения). То, что этот интервал занимает точно 10 порядков, раньше можно было воспринимать как красивое совпадение. Но между тем, если взять еще и поперечный размер пленки биосферы (близкий к диаметру Земли)  $10^{9,5}$  см, то добавляется пять порядков (см. рис. 1). Чрезвычайно интересно, что сам человек ( $10^2$  см) расположен точно в центре масштабного интервала жизни на Земле: он во столько раз больше мельчайшей частицы живого — вируса, во сколько раз меньше ее целостной совокупности — биосферы ( $10^2/10^{-5,5} = 10^{9,5}/10^2$ ). Итак, масштабный интервал жизни занимает три интервала по пять порядков, следовательно,  $10^5$  можно считать не только космологической, но и биологической константой.

Центросимметричное положение человека в масштабном интервале жизни дополняется замечательно точным центросимметричным положением живой клетки в целостном интервале масштабов Вселенной. Клетка во столько раз больше фундаментальной длины (максимона — мельчайшей частицы Метагалактики), во сколько раз меньше всей Метагалактики ( $10^{-2,5}/10^{-33} = 10^{28}/10^{-2,5}$ ). Следует напомнить, что именно через клетку передается вся наследственная информация большинства живых существ.

Итак, если клетка занимает центральное положение в масштабной структуре Метагалактики, то весь интервал масштабов земной жизни с Человеком в своем центре сдвинут так, что вектор этой асимметрии совпадает с масштабным вектором развития жизни и эволюции Метагалактики.

Возможно еще одно глобальное сопоставление общей структуры уровневой организации и биосферы. Из классификации (см. рис. 1) видно, что если три типа взаимодействия — слабое, электромагнитное и гравитационное доминируют на трех равных масштабных интервалах, то четвертое взаимодействие (сильное) занимает очень узкий масштабный интервал в 1–2 порядка как раз на стыке слабого и электромагнитного. Правила симметрии требуют, чтобы на другом аналогичном масштабном стыке электромагнитного и гравитационного взаимодействий действовала (максимально на расстояниях порядка 100–1000 км) некая пятая сила природы, которая по системной своей сущности, возможно, является зеркальной противоположностью сильному взаимодействию. Безусловно, подобный вывод — весьма абстрактная спекуляция. Но если дальнейшее глубокое изучение масштабной симметрии покажет, что эта клетка классификации не может быть пустой и пятое взаимодействие должно быть, то, кто знает, не имеет ли оно прямое отношение, по предположению Ю.А. Шрейдера, к биополю?

## **Волновая модель явления масштабной симметрии и ее проверка**

В работе [16] подробно изложена гипотеза существования масштабных волн, пронизывающих всю иерархию Вселенной. В условиях существования границ сверху и снизу они образуют стоячие волны с узлами и пучностями, которые и определяют картину чередования устойчивых и неустойчивых уровней организации.

Масштабным волнам можно придать физическую трактовку, если предположить, что в расширяющейся Метагалактике зарождались возмущения, которые распространялись со скоростью чуть больше скорости ее расширения. Нормирование границами Метагалактики приводило к стоячим волнам с концентрацией вещества в их узлах. Это вещество образовывало стенки трехмерных ячеек, внутри которых картина полностью повторялась, но уже с меньшим масштабом.

С другой стороны, можно предположить существование в Метагалактике иерархии колебаний, не зависящих от ее расширения. Например, максимоны, имеющие свою собственную частоту колебаний (или пульсации), порождают волны, которые взаимодействуют с хаосом случайных более низкочастотных колебаний, что приводит к резонансному отбору и стабилизации кратных им частот. Подобный «захват» частот из хаоса может носить масштабно-ступенчатый характер и задавать «камертонное» звучание на всех этапах иерархии. Подобный процесс «размножения» частот получил известность благодаря развитию нелинейной физики [3].

Итак, в расширяющейся Метагалактике могут исходно сформироваться два вида четырехмерных колебаний, порождающих две взаимодействующие, но независимые уровневые структуры. С одной стороны, из глубин материи формируются базисные кратные уровни  $l_f$  стабильных колебаний, порождающие спектр устойчивых размеров II рода, а с другой стороны (от границ расширяющейся Метагалактики) формируются эволюционные колебания, которые образуют спектр устойчивых размеров I рода. Феноменологически на роль базисного полупериода можно выбрать  $10^5$ , так как именно этот шаг позволяет точно попадать, начиная с  $1,6 \times 10^{-33}$  см (максимоны), на размеры нуклона ( $1,6 \times 10^{-13}$  см), атома водорода ( $1,6 \times 10^{-8}$ ) и ряда других основных элементов каждого из 12 подклассов. Тогда базисные устойчивые размеры в каждом из подклассов можно определять по формуле:

$$D_K^{\delta} = l_f \times 10^{5K} \quad (1)$$

где  $l_f$  — фундаментальная длина;  $K$  — номер подкласса.

Эволюционные колебания образуют структуру уровней устойчивости, связанную с переменным параметром  $R$  — радиусом Вселенной:

$$D_K^{\delta} = l_f (R/l_f)^{K/12} \quad (2)$$

На рис. 2 дана схема этих двух волн для  $R = 10^{28}$  см — общепринятого в настоящее время радиуса кривизны Метагалактики. Из нее видно, что в каждом классе есть два основных устойчивых размера, очень близких друг другу. Этот теоретический вывод соответствует эмпирическому обобщению распределений по размерам основных представителей некоторых классов (рис. 3).

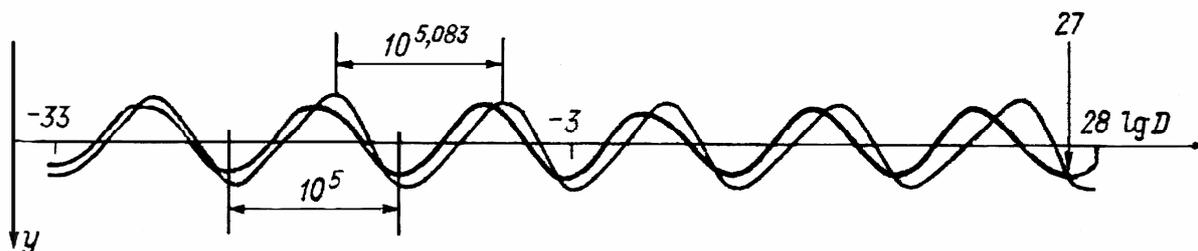


Рис. 2.

Модель двух масштабных волн «устойчивости», образуемая базисными и эволюционными колебаниями в 4-мерном пространстве Метагалактики с  $R = 10^{28}$  см ( $D$  — в см).

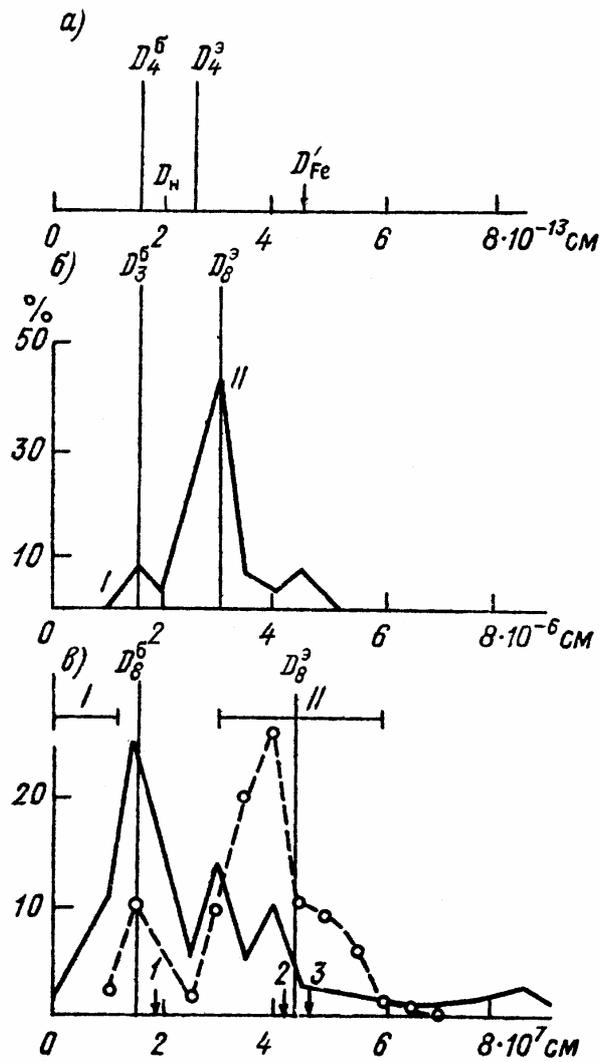


Рис. 3.

Распределение по размерам:

*a* — ядра атомов водорода  $D_H$  и железа  $D'_{Fe}$  для плотности 1,0; *б* — атомы всех элементов таблицы; *в* — социальных территорий (сплошная линия — области СССР, пунктирная — страны мира; I и II — наиболее распространенные размеры блоков земной коры по [47 (гл. 1)]).

Мы видим, что распределение ядер атомов, самих атомов и даже социумов [17] — стран мира и их внутренних регионов — имеет ярко выраженный бимодальный характер. Правда, если значение первой моды хорошо совпадает с размером, рассчитываемым по формуле (1), то значение второй моды в отдельных случаях значительно отклоняется от теоретически определяемого по формуле (2) эволюционного устойчивого размера.

Логично предположить, что два вида колебаний, распространяясь в одном пространстве и взаимодействуя, порождают целую иерархию вторичных, третичных и т.д. промежуточных спектров устойчивости, которые покрывают основные периодичности (см. рис. 2) фрактальной «рябью». Отсюда можно сделать прогноз о наличии в природе трехмерной матрицы (иерархической сетки устойчивых размеров, отношения между которыми гораздо меньше  $10^5$ ). Такие размеры были действительно обнаружены в серии работ различных авторов.

Так, в исследованиях, руководимых М.А. Садовским, было обнаружено существование в среде литосферы минеральных тел «преимущественных» размеров, среднее отношение между

которыми стремится к 3,3 [11, 12]. Поскольку абсолютные значения многих размеров не зависят от вида минерала и способа его дробления, то физическое объяснение этого феномена до сих пор отсутствует.

В работах [14, 19, 27] показано, что подобные преимущественные размеры присутствуют также в структурах искусственных минералов и не зависят от технологических режимов их получения и измельчения. Был выявлен еще более мелкий шаг для зерен карбида кремния — 2,0.

Несмотря на теоретическую незавершенность представлений о природе устойчивых размеров, схематизм волновой модели этого явления и весьма эскизную проработку многих затронутых здесь вопросов, ясно, что ряд обнаруженных природных явлений (преимущественные размеры) и неожиданные сходные результаты статистических обработок таких далеких друг от друга систем, как атомы и социумы, находят свое объяснение в рамках этого подхода. Мало того, выявление некоторых новых важных статистических закономерностей было стимулировано поиском устойчивых размеров с заранее теоретически просчитанным значением, а само явление устойчивых размеров уже находится на стадии внедрения в практические разработки.

Поэтому можно с определенной долей оптимизма полагать, что размерная структура устойчивых уровней, организации, является каркасом как для физических, так и для биологических взаимосвязей. В центре масштабного пространства Метагалактики расположена жизнь, и все ритмы Вселенной сходятся там, как в фокусе, который, как осколок голограммы, отражает целостную жизнь Вселенной. Понять закономерности развития биосферы можно, следовательно, лишь тогда, когда они будут соотнесены с общекосмическими процессами, так как биосфера связана в самой своей существенной части — устойчивости уровней организации — с эволюцией Вселенной и чутко отзывается на все, что происходит на расстояниях в миллиарды световых лет от Земли.

---

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аллен К. У. *Астрофизические величины*. — М.: Мир, 1977. — 446 с.
2. Вернадский В.И. *Биогеохимические очерки*. — М., Л.: Изд-во АН СССР, 1940. — 250 с.
3. Гапонов-Грехов А.В., Рабинович М.И. *Нелинейная физика. Стохастичность и структуры // Физика XX века. Развитие и перспективы*. — М.: Наука, 1984.
4. Идлис Г.М. *Революция в астрономии, физике и космологии*. — М.: Наука, 1985. — 230 с.
5. Идлис Г.М. *Структурная бесконечность Вселенной и Метагалактики как типичная обитаемая космологическая система: Тезисы доклада // Труды шестого совещания по вопросам космогонии 5–7 июня 1957. Внегалактическая астрономия и космология*. — М.: Изд-во АН СССР, 1959. — С. 270–271.
6. Кисловский Л.Д. *Реакция живых систем на слабые адекватные им воздействия // [154]*. — С. 16–28.
7. Малиновский Ю.М. *Зависимость продуктивности биосферы Земли от положения Солнечной системы в Галактике // Проблемы теоретической биологии*. — М.: Наука, 1971. — Т. 18. — С. 7–25.
8. Марков М.А. *О природе материи*. — М.: Наука, 1976. 216 с.
9. Мейен С.В., Налимов В.В. *Вероятностный мир и вероятностный язык // Химия и жизнь*. — 1979 — № 6. — С. 22–29.
10. Ростовцев В.Н. *Типология и принципы организации биосистем // Проблемы анализа биологических систем*. — М.: Изд-во МГУ, 1983. — С. 23–35.
11. Садовский М.А., Болховитинов Л.Г., Писаренко В.Ф. *Деформирование геофизической среды и сейсмический процесс*. — М.: Наука, 1987. — 100 с.
12. Садовский М.А. *О распределении размеров твердых отдельностей // ДАН СССР*. — 1983. — Т. 269, № 1. — С. 69–72.
13. Садовский М.А., Писаренко В.Ф., Родионов В.Н. *От сейсмологии к геомеханике. О модели геофизической среды // Вестник АН СССР*. — 1983. — № 1. — С. 82–83.

14. Сухонос С.И., Бердигов В.Ф., Красюк Б.А. и др. Квазипериодические изменения симметрии формы частиц карбида кремния в зависимости от их линейных размеров // ДАН СССР, 1989. — Т. 304, № 6. — С. 1365–1370.
15. Сухонос С.И. Космическая пыль стимулирует эволюцию ? // Химия и жизнь. — 1988. — № 1. — С. 91–93.
16. Сухонос С.И. К причинам возникновения преимущественных размеров естественных тел природы. — Волгоград, 1988. — С. 2–44. — Деп. в ВИНТИ 27.01.88, № 733–В88.
17. Сухонос С.И. О возможном влиянии блочности земной коры на особенности распределения социальных территорий по размерам // ДАН СССР, 1988. — Т. 303, № 5. — С. 1093–1096.
18. Сухонос С.И. Принципы масштабной симметрии в оценке естественных систем // Проблемы анализа биологических систем. — М.: Изд-во МГУ, 1983. — С. 90–112.
19. Сухонос С.И., Юрченко Л.Ю., Бердигов В.Ф. и др. Масштабноинвариантная упаковочная модель структуры хрупких тел на примере анализа механических свойств карбида кремния черного. — Волгоград, 1987.
20. Тримбл В. Место Человека во вселенной // Современные проблемы астрофизики. — М.: Знание. — Сер. Космонавтика, астрономия. — 1978. — № 11.
21. Уилер Дж. Гравитация, нейтрино и Вселенная. — М.: Наука, 1962.
22. Уилер Дж. Дискуссия // Космология. Теория и наблюдения. — М.: Мир, 1978. — 368 с.
23. Хокинг С.В. Анизотропия Вселенной на больших временах // Космо-логия. Теория и наблюдения. — М.: Мир, 1978. — С. 360–365.
24. Чечев В.П., Крамаровский Я.М. Радиоактивность и эволюция Вселенной. — М.: Наука, 1978. — 207 с.
25. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. М.: Мысль, 1976. — 367 с.
26. Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах. — М.: Мир, 1979. — 279 с.
27. Юрченко Л.Ю., Бердигов В.Ф., Сухонос С.И. О некоторой инвариантности физических свойств карбида кремния черного при изменении технологических параметров его дробления // ДАН СССР. — 1987. — Т. 293, № 3. — С. 610–613.
28. Carter B.D. The significance of large numbers in cosmology // Cambr. Univ. — 1968. — Unpubl. prep.
29. Clube S.V.M. Molecular clouds: comet factories? // Dyn. Comets Origin and Evol. Roc. 83rd Colloq. / Dordrech e. a. — 1985. — 19–29. Discuss., 30.
30. Dicke R.H. Dirac's cosmology and Mach's principle // Nature. — 1961. — V. 102. — No. 4801. — P. 440–441.
31. Islam J.N. The ultimate fate of the universe // Sky and Telesc. — 1979. — V. 57. No. 1 — P. 13–18.
32. Rampino M.R., Stothers R.B. // Nature. — 1984. — V. 308. — P. 709–712.