Никитин А.В.

Фракталоподобный Мир.

Наш Мир такой потому, что таким получился. И теперь мы рассуждаем о том, почему всё вот так. Почему вот так сложились все составляющие? Одно к одному.

Мы постоянно моделируем понимание реальности и развиваем его в сторону очередной модели. Но и модели постоянно меняются в зависимости от того нового, что человек узнаёт о реальности его устройства.

Чаще всего, очередная новая модель - математическая.

Абстракция логической системы математики настолько сильна, что если бы математики не было, её надо было придумать. Математика позволяет описать то, что словами рассказать сложно и трудно. Она выявляет то основное, что не сразу можно определить другими методами. Например, методами философской логики.

Математика, с момента своего появления старалась опираться на научную реальность в своем развитии. Она развивается вместе с появлением новых задач, которые ставит наука, изучая реальный мир. Если какой либо факт математических исследований находит какое-то подтверждение в реальном мире, то к этому надо относиться серьёзно.

Но всегда возникает вопрос справедливости приравнивания математической теории к реальным явлениям или аналогиям. Особенно, если мы говорим сразу о Вселенной.

Насколько справедливы такие сравнения? Например, насколько верна версия о фрактальности Вселенной.

Давайте разбираться. Но, ...что такое фрактал?

История фракталов.

Этой истории не один век...

Видимо, надо начинать с *рекурсии*[1]:

«*Рекурсия возникает, когда определение понятия или процесса зависит от более простой или предыдущей версии самого себя.*

...Наиболее распространено применение рекурсии в математике и информатике, где функция применяется в рамках своего собственного определения.

...Процесс, в котором наблюдается рекурсия, является рекурсивным.» https://en.wikipedia.org/wiki/Recursion

Члены математической рекурсии в виде *рекурсивных соотношений* называют *рекуррентными соотношениями*[2]. И наконец, графическая визуализация математической рекурсии - *фрактал*[3].

---

[1] **Рекурсия** — определение, описание, изображение какого-либо объекта или процесса внутри самого этого объекта или процесса, то есть ситуация, когда объект является частью самого себя. Классический пример бесконечной рекурсии дают два поставленных друг напротив друга зеркала: в них образуются два коридора из уменьшающихся отражений зеркал. https://ru.wikipedia.org/wiki/Рекурсия

[2] В математике **рекуррентное соотношение** — это уравнение, согласно которому n-й член последовательности чисел равен некоторой комбинации предыдущих членов. https://en.wikipedia.org/wiki/Recurrence_relation

В 70-х годах прошлого века второе дыхание получила тема сравнения визуального отображения математических объектов с их реальными аналогами.

Например…

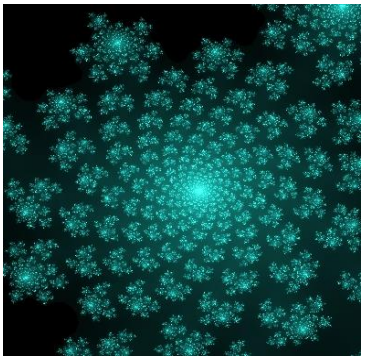


Рис 1. Фрактал Жюлиа



Рис.2. Брокколи романеска



Рис.3. Сосновая шишка

Согласитесь, красиво же?

Конечно, можно говорить, что математический фрактал, это «идеальное выражение бесконечности», а природа создает его «реальное воплощение». В виде дерева, листа папоротника или тысячелистника, каких-то плодов, системы ЦНС или кровообращения человека. Ну, да, математика предполагает одно, а в реальности всё несколько другое…, но ведь, похоже!

Видимо по этой причине понимание фрактала тогда стало постепенно переходить от математического понимания на уровень подобий объектов реальности с понижением строгости определения.

Пошло и упрощение определения фракталов:

«*…в 1982 году Мандельброт определил фрактал следующим образом: "Фрактал – это по определению множество, для которого размерность Хаусдорфа-Бешиковича строго превышает топологическую размерность". Позже, посчитав это слишком ограничительным, он упростил и расширил определение до следующего: "Фрактал - это грубая или фрагментированная геометрическая форма, которую можно разделить на части, каждая из которых является (по крайней мере, приблизительно) уменьшенной формой". - увеличенная копия целого". Еще позже Мандельброт предложил "использовать фрактал без педантичного определения, использовать фрактальную размерность как общий термин, применимый ко всем вариантам*"». https://en.wikipedia.org/wiki/Fractal

Таким образом, изначальная математическая строгость была снижена желанием появления реальных аналогов у вновь открытого математического явления {6}…

[3] В математике **фрактал —** это геометрическая фигура, содержащая детализированную структуру в произвольно малых масштабах, обычно имеющая фрактальную размерность, строго превышающую топологическую размерность. Многие фракталы выглядят одинаково в разных масштабах, как показано на последовательных увеличениях множества Мандельброта. Такое проявление схожих узоров во всё более мелких масштабах называется самоподобием, также известным как расширяющаяся симметрия или разворачивающаяся симметрия. Если эта репликация абсолютно одинакова во всех масштабах, как в губке Менгера, форма называется аффинной самоподобной. https://en.wikipedia.org/wiki/Fractal

Теперь мы можем видеть фракталы даже там, где математических фракталов нет. Например, в геометрических и художественных рекурсиях, коих сегодня построено очень много.

В русскоязычной Википедии принадлежность объекта к фракталам определяется сразу в расширенном понимании:

«Фракталом может называться предмет, обладающий, по крайней мере, одним из указанных ниже свойств:

- *Обладает нетривиальной структурой на всех масштабах. В этом отличие от регулярных фигур (таких как окружность, эллипс, график гладкой функции): если рассмотреть небольшой фрагмент регулярной фигуры в очень крупном масштабе, то он будет похож на фрагмент прямой. Для фрактала увеличение масштаба не ведёт к упрощению структуры, то есть на всех шкалах можно увидеть одинаково сложную картину.*
- *Является самоподобным или приближённо самоподобным.*
- *Обладает дробной метрической размерностью или метрической размерностью, превосходящей топологическую размерность.*

Многие объекты в природе обладают свойствами фрактала, например: побережья, облака, кроны деревьев, снежинки, брокколи, система кровообращения, альвеолы». https://ru.wikipedia.org/wiki/Фрактал

Но, прошло время…

И вот сегодня уже снова поставлен вопрос: Можно ли сравнивать математические фракталы и их природные аналоги как примеры полного подобия?

А вот теперь уже в ответе на этот вопрос современная российская, да и мировая наука стали двигаться в обратном направлении. В сторону усиления математической формализации фракталов. Все «подобия» фракталов обрели названия «фракталоподобных» иерархий. Само же «приближённое подобие» назвали квазифрактальностью[4].

Почему?

Фракталы и хаос.

Исследуя сравнение фракталов и фракталоподобных структур С.Д. Хайтун в своей статье о фрактальности нашего Мира не раз подчеркивает, что «*массовая плотность (плотность массы) фрактальных структур, расположенных в нашем трёхмерном пространстве, если это только «настоящие» фракталы, обладающие необычной размерностью, равна нулю*». {3}

Далее он вполне обоснованно пишет: «*Так что расположенные в нашем трёхмерном мире материальные структуры, обладающие ненулевой плотностью, не являются «настоящими» фракталами, они только фракталоподобны*». {3}

[4] **Квазифрактальность** — это **неполная повторяемость структуры при изменении масштаба**, то есть статистическое самоподобие. Характеризует хаотические процессы, которые происходят в природе и обществе: от космических и планетарных до физиологических и биохимических явлений. В.В. Исаева, Ю.А. Каретин, А.В. Чернышев, Д.Ю.Шкуратов **Фракталы и хаос в биологическом морфогенезе**.
https://www.researchgate.net/publication/283072088_Fraktaly_i_haos_v_biologiceskom_morfogeneze

Вот так. Фракталоподобность не есть фрактальность. Отметим это.

Ещё одна цитата из другого источника:

«*Структура идеального компьютерного фрактала сохраняется при любых масштабах ее рассмотрения. Чтобы получить такой фрактал, итерации должны продолжаться бесконечно долго: если полученное множество утрачивает на каком-то шаге свою фрактальную структуру, оно перестает быть идеальным фракталом. Природные, в частности, биологические структуры - это «обрубленные» на какой-то ступени фракталы и вдобавок – стохастические, хаотические фракталы, или квазифракталы: повторяемость их структуры в разном масштабе неполна и неточна. Некоторые исследователи, например, С.Д. Хайтун (1996), на этом основании приходят к заключению, что фракталы не являются реально существующими объектами, а реальные системы могут быть только фракталоподобными.*



Рис.4. Вид речного бассейна Амазонки из космоса

Все природные квазифрактальные структуры (пример: рис. 4) – визулизация, след, результат, структурная запись порождающих их хаотических природных процессов. Фрактальная геометрия природы, неживой и живой – геометрия хаоса. Структурные квазифракталы можно считать пространственными аналогами хаотических нелинейных процессов, в результате которых и возникают природные квазифрактальные структуры.»{4}

Тут всё ещё более конкретно: **Все природные квазифракталы**… **результат,** … **порождающих их хаотических природных процессов. Фрактальная геометрия природы, неживой и живой – геометрия хаоса**.

Под действием хаоса математически бесконечные фракталы ограничиваются и превращаются в иерархии или фракталоподобные структуры. Это процесс мы и видим в реальности.

Но…

Как и почему эти фракталоподобные структуры вообще возникают в реальном мире?

Что является основой формирования таких структур?

Это следствие действия потока случайностей и появление его результата – действующего хаоса, постоянно расширяющего свое пространство вместе с ростом иерархии хаосов. Например, вода постепенно размывает грунт и образует сеть мелких сезонных промоин. И чем дольше действует этот процесс, тем явственнее

проступают на этой сетке основные потоки, соединяющиеся во все более крупные ручьи, речки и реки. Так мы наблюдаем появление фракталоподобной структуры, создаваемой «снизу». Как на рис.4.

Таким образом…

Основа образования естественных фракталоподобных структур: способ их формирования - «снизу вверх» по лесенке масштабности объектов.

От появления самых мелких первичных образований к формированию всё более крупных объектов иерархической структуры.

Где фракталы Вселенной?

Вернёмся к статье С.Д. Хайтуна {3} и посмотрим на цифры плотности вещества в составе объема объектов:

«…средняя плотность вещества быстро падает до умопомрачительно малых величин при переходе от Солнца (плотность 1,416 г/см³) к нашей Галактике (10^{-24} г/см³) [Новиков, 1983:с. 128] и нашей Метагалактике ($2 \cdot 10^{-31}$ г/см³) [Мизнер и др., 1977: т. 2, с. 379](уточнение для плотности нашей Метагалактики см. в разд. 6). Мысленно продолжая эту последовательность цифр, естественно предположить, что с неограниченным ростом объёма фрагментов Вселенной их плотность стремится к нулю.

Неотъемлемое свойство фрактальных структур может быть сформулировано как иерархическая системность, или системная иерархичность. Фрактал распадается на (под)системы, размеры которых и расстояния между которыми выдерживают определённую иерархию: чем большего размера (под)системы мы берем, тем больше расстояния между ними относительно размеров (под)систем».{3}

Можем ли мы точно сказать, что Вселенная фрактальна?

Нет, не можем.

«Истинная фрактальность» только предполагается, но не подтверждается. Да, мы видим уменьшение плотности до сверхмалых значений. Но, почему вообще есть падение плотности от больших значений до малых? Мы же о фракталах!

Составим ряд объектов, вроде бы доказывающих приближение Вселенной к «истинным фракталам», в порядке от «больших к меньшим».

И увидим нарастание средней плотности вещества…

Таблица 1.

№	**Объект**	**Средняя плотность**
1	*Вселенная[5] (оценка)*	$7*10^{-26}$ кг/м³
2	*Скопление[6] галактик*	$7*10^{-25}$ кг/м³
3	*Галактика[7]*	$2*10^{-21}$ кг/м³
4	*Солнечная система[8]*	$2*10^{-10} \div 10^{-12}$ кг/м³
5	*Солнце*	$1{,}4*10^{3}$ кг/м³
6	*Земля*	$5{,}52*10^{3}$ кг/м³
7	*Белый карлик*	10^{9} кг/м³
8	*Нейтронная звезда*	10^{17} кг/м³
9	*Чёрная дыра**	10^{96} кг/м³

[5] https://www.calc.ru/169.html
[6] https://www.calc.ru/169.html
[7] https://www.calc.ru/169.html
[8] Грищенко С. В. Параметры нашей Вселенной и ее структурных элементов https://cyberleninka.ru/article/n/parametry-nashey-vselennoy-i-ee-strukturnyh-elementov

Почему так происходит?

Мы видим, что на переходе от плотности «объема множества»: Вселенная, галактики, Солнечная система и т.д. к конкретным объектам, как Солнце, Земля… происходит нарастание значений средней плотности вещества.

Если выставить эти значения на кривой какого-то графика средней плотности объема с учетом размеров объекта методом интерполяции, то получаемая гиперболическая кривая никак не подойдёт к описанию фрактала с его нулевой массой.

Но мы же упорно говорим о наличии фрактального строения в нашей Вселенной. Как же так?

Если хотя бы фракталоподобность есть, то в чём она?

Может быть, это только фракталоподобность переходов от одной размерности объемов объектов к другой, как предполагает С.Д.Хайтун {3}?

Может быть…

И всё же. Философия должна быть согласована с физикой {2}.

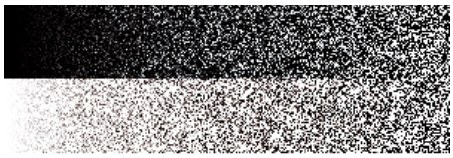


Рис.5. Переход «порядка в хаос».

Смотрим рис.5.

Второй закон термодинамики предполагает, что: «*энтропия изолированной системы возрастает или остается постоянной. Можно сказать, что поведение энтропии указывает на направление времени (aika)*». https://ru.wikipedia.org/wiki/Энтропия#cite_ref-1

Мы правильно понимаем рис.5., что любое «упорядочивание системы» в конце концов, приходит к «увеличению энтропии» и на этом всё заканчивается?

Вселенная, как сложная система, почему-то не очень подтверждает эту картинку. Может быть, она не очень изолированная?



Рис.6. Научное понимание развития Вселенной

В ней сначала шел процесс образования «порядка» системного хаоса на уровне квантов пространства. Потом идет процесс образования хаоса ограниченного разнообразия, содержащего много системных хаосов локальных объектов с развитием иерархии хаосов до системных уровней, переходящих в сравнительные разнообразия из-за роста ограничений.

Затем когда-нибудь начнётся обратный процесс разрушения объектов «порядка» в составе иерархии хаосов на их составные части и упрощения иерархии хаосов до состояния системного хаоса. Как рождение, жизнь и смерть материальных объектов нашего мира.

Но, когда энтропия должна будет вырасти до максимума…, Вселенной уже не будет. К тому времени она уже должна «схлопнуться» как мыльный пузырь и перейти в другое состояние.

Правда, так это или не так, никто не знает…

Сегодня наука видит состояние Вселенной на периоде её роста и усложнения. Фиксирует её сегодняшнее разнообразие. Таким оно стало после многочисленных взаимодействий с потоком случайностей.

При этом естественный отбор постоянно сжимает это разнообразие отсеканием невозможных или коротко существующих вариантов на всех уровнях существования материи. От квантов пространств и полей, частиц и атомов химических элементов… до планет, звезд и скоплений галактик…

Многочисленные локализации самых разных самоорганизованных целостностей с образованием своей внутренней и внешней среды, дружественной к формированию фракталоподобной иерархии всё более сложных объектов и стабилизация их существования в составе этой целостности, создали нужные условия и необходимое разнообразие для получения вот такого конечного результата.

Ну, это мы видим …

И если наука утверждает, что *темная материя*[9] (см. рис.7) гравитационно связана с обычной материей с образованием галактических нитей, идущих рядом с областями темной материи, то мы, как минимум, имеем *две связанные вселенные*[10] *в одном пространстве*, постоянно взаимодействующие одна с другой.

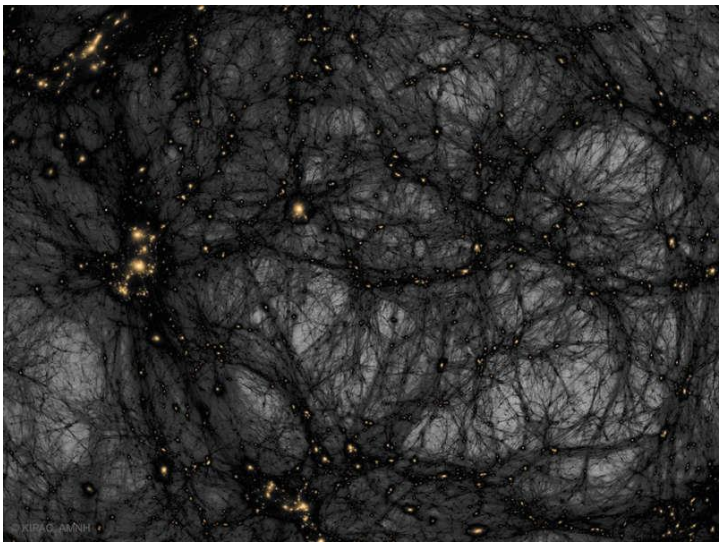


Рис.7.Темная материя Вселенной рядом с галактическими нитями обычной материи.

[9] **Тёмная материя** — в астрономии и космологии, а также в теоретической физике гипотетическая форма материи, не участвующая в электромагнитном взаимодействии и поэтому недоступная прямому наблюдению. Составляет порядка четверти массы-энергии Вселенной и проявляется только в гравитационном взаимодействии.
https://ru.wikipedia.org/wiki/Тёмная_материя

[10] Модель двойной вселенной и проблема космологической постоянной.
https://astronet.msu.ru/db/msg/1181084/node7.html

У нас возникает вселенский автомат {5}, вот такой, как на рис.8.

Правда, в реальности всё гораздо сложнее. И пространство многомерное, и вселенные вложены одна в другую, примерно как на рис.9 и рис. 10.

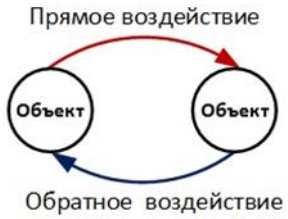


Рис.8. Простейший автомат

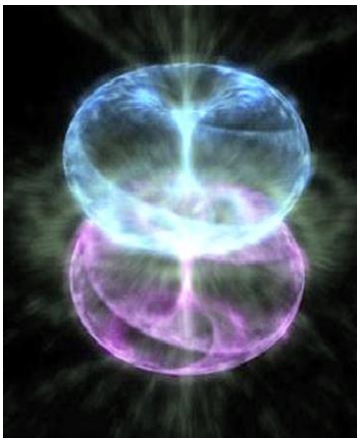


Рис. 9. Модель сдвоенной Вселенной. В реальности они почти совмещены в многомерном пространстве.



Рис.10 «Али и Нино[11]» — скульптура в г.Батуми, Грузия. Создательница — Тамара Квеситадзе.

От «черных дыр» той части вселенной материя к нам идет энергия как «кипение вакуума», а от нас туда – через наши «черные дыры», распределяясь там в «кипение вакуума».

Как на рис.11.

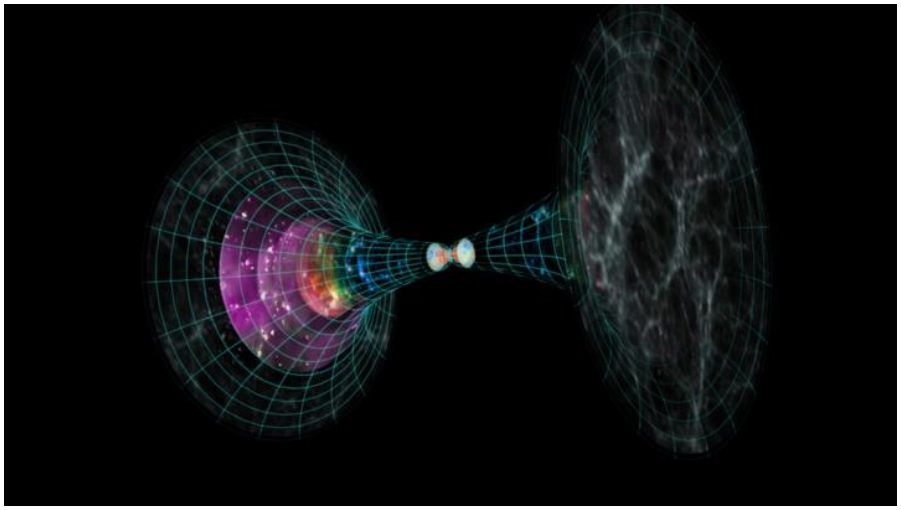


Рис.11. Передача энергии из одной половины Вселенной в другую.

Эти части вселенной работают как сообщающиеся сосуды, сохраняющие равновесие обмена энергией и материей в обеих половинках вселенной. По сути, это разные области локализации материи одной Вселенной, как её составные части. Большой автомат, работающий бессистемно и хаотично, но… его наличие вполне возможно.

Когда-то последует и сжатие Вселенной с постепенной потерей массы и энергии, уходящей через черные дыры в параллельную часть и уменьшением

[11] Статуя Али и Нино в Батуми ttps://ru.wikipedia.org/wiki/Статуя_Али_и_Нино_в_Батуми

возврата энергии и материи через «кипение вакуума. Но сжатие это если и начнется, то через миллиарды лет и будет длиться ещё много миллиардов лет.

Сам же процесс случайного периодического появления таких вселенных, видимо, более похож на образование пузырьков пара в закипающей воде или на пузырьки кавитации. Они появляются, расширяются, но потом охлаждаются, уменьшаются в размерах и исчезают. Бесконечно и хаотично.

Как на рис. 12.

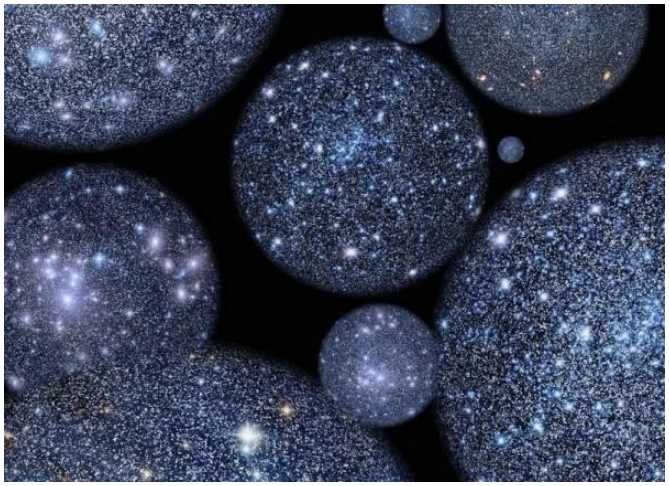


Рис.12. «Пузырьковые» вселенные

Вполне возможно, что из множества начальных образований вот таких многомерных «пузырей» будущих вселенных стабилизируются и развиваются лишь те, которые сразу сформировались в формате простейшего автомата. При этом ответ на вопрос «где это всё происходит?» всё так же остается открытым.

Фракталоподобная бесконечность хаоса

Авторы уже нескольких научных работ {3,4} сходятся во мнении, что… *Влияние хаоса на развитие любого объекта создает фракталоподобность строения Вселенной*.

Мне это кажется вполне справедливым.

Фракталоподобность появилась, как результат развития объекта, содержащего этот хаос в направлении «снизу вверх» по шкале масштабности. Любой действующий хаос начинает свое развитие с зоны антихаоса, в которой формируется первый устойчивый объект с внутренним системным хаосом.

Первичный системный хаос Вселенной формировался из квантов пространств с образованием новых объектов – квантов полей. Потом новый уровень – элементарные частицы. Но это уже сложные Целые, хоть и малых размеров…

Далее формируются атомы.

Теперь развитие любого объекта идет в дружественной среде, а его внутренний и внешний хаос переходят в стадию действующего хаоса ограниченного разнообразия. С этого момента начинается постепенное снижение темпов развития объектов хаоса, но его разнообразие продолжает расти. До момента окончания срока существования массы созданных ранее объектов.

Появляется вторая ветвь цикла существования хаоса. Это когда Объект прекращает свое существование и его части начинают существовать как

отдельные объекты со своим, часто системным хаосом. Они могут включиться как часть в состав нового Целого, или продолжить распад на свои части…

Возникает постоянно действующий процесс цикличности существования материальных объектов, содержащих внутренний хаос {2}.



Рис. 13. Общая схема развития действующих хаосов.

Когда количество сложных объектов, прекращающих существования начнет превышать количество вновь создаваемых сложных объектов во вселенной, можно говорить о начале её «старения»…

Полный цикл существования вселенского действующего хаоса показан на рис.13. Он начинается системным хаосом, им и заканчивается…

Мы уже об этом говорили {2}.

Каждый конкретный действующий хаос любого материального объекта проходит свой путь за разное, иногда и относительно короткое время. А вот множество таких хаосов уже будет существовать долго.

И возможно, пример тому – наша Вселенная, если она «автомат» {2} и состоит из многомерных половинок, соединенных энергетическими каналами. Происходит обмен энергией для самостабилизации существования этого вселенского автомата и формируется «поток случайностей» создающий изменения в обеих частях Вселенной.

Так это происходит или иначе, покажет время.

Фракталоподобность мозга.

Мы не раз говорили, что фракталоподобность возникает при влиянии хаоса на развитие любого объекта. До этого момента мы рассматривали в основном только влияние хаоса на объект не ограниченный в пространстве развития. Вселенная, или биологические аналоги фракталов – растения, какие-то системы организма, как кровеносная, лимфатическая, ЦНС и т.д.

В биологических клеточных организмах мы видим очевидное отличие математического фрактала от фракталоподобного развития реального объекта: Математический фрактал развивается итерациями «от большего к меньшему», уходя в бесконечность уменьшения масштабности, а реальный квазифрактал развивается наоборот, «от меньшего к большему», начиная развитие от одной клетки, заканчивая организмом в триллионы клеток.

Но, только в клеточном организме работают два ограничения размерности: с одной стороны «нельзя меньше минимального», а с другой «нельзя больше максимального». Если не будет нужного количества клеток, не будет нужного уровня развития организма, а больше нельзя по ограничениям безопасности и гравитации.

Развитие мозга идет в таких же условиях.

Но у него эти ограничения не «мягкие», с плавным действием ограничения, а «жесткие» в буквальном смысле слова. Мозг ограничен в своем физическом

развитии костями черепа. Они четко фиксируют размеры мозга. И меньше нельзя, и больше – тоже.

Отсюда извилины на поверхности больших полушарий и их своеобразное строение «поверхностью развития вверх». Да, поверхность или «кора головного мозга» соткана из переплетения аксонов и дендритов нейронов, находящихся в глубине. Там в глубине нейронной структуры тоже есть аксоны и дендриты[12], но их значительно меньше, чем на поверхности, где идут основные взаимодействия нейронов в процессе работы мозга.

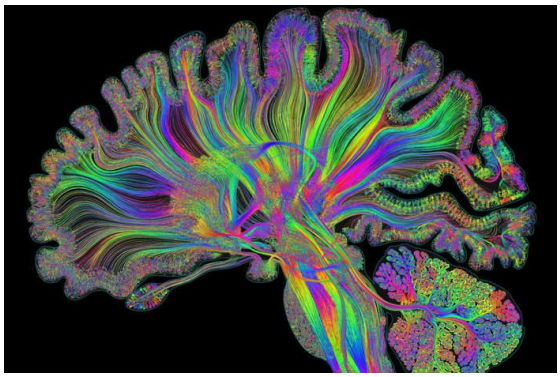


Рис.14. Мозг человека в сагиттальном разрезе (МРТ)

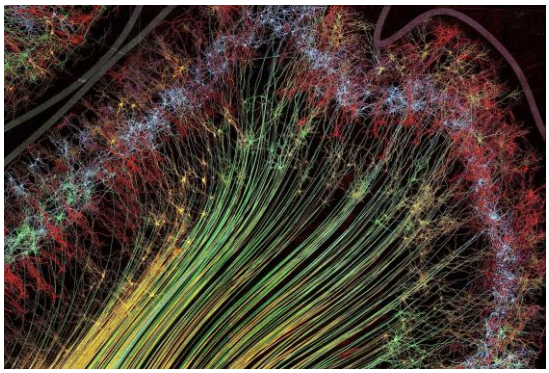


Рис.15. Кора головного мозга (МРТ)

В этом смысле мозг представляет собой двойную квазифрактальную структуру. Изнутри рост нейронов по принципу «от меньшего к большему», повторяя хаотический рост квазифракталов. Ближе к поверхности «коры» под костями черепа, наоборот, «от большего к меньшему», от нейрона к его аксону и дендриту. По аналогии с математическим фракталом, основой сети здесь стали синапсы (контакты) между аксонами и дендритами разных нейронов.

Это дает мозгу возможность создать максимальную производительность обработки информации при жестко ограниченном объеме.

А вот виртуальное пространство мозга как бы вывернуто наизнанку. Основной объем заполнен эмоциональными образными шаблонами понятий и реакций на действительность и лишь относительно небольшой объем отдан логике, системному образному сознанию и вербальному мышлению.

Это дань нашему прошлому. И возможно наш опыт предков, помогающий в прогнозировании того, что ждет нас в недалеком будущем, в этой хаотичной реальности нашего существования, сотканной из случайностей…

Иначе не выживешь.

г. Волгодонск
Июль 2025г

[12]…две части нервных клеток — это **аксоны и дендриты**. … Аксон есть в каждой нервной клетке. Дендриты — это короткие отростки, отходящие от тела клетки. Нервная клетка имеет большое количество дендритов. Аксоны и дендриты существенно отличаются тем, что дендриты передают нервные импульсы обратно к телу клетки через синапсы, а аксоны передают нервные импульсы от тела клетки. **Разница между аксоном и дендритом**
https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.7ac7c071-68736a8a-286cc204-74722d776562/https/www.geeksforgeeks.org/biology/difference-between-axon-and-dendrite/

Литература:

1. Никитин А.В., Хаос вездесущий // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.29182, 20.10.2024 https://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001h/00165697.htm
2. Никитин А.В., Хаос вездесущий - 2 // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.29317, 21.01.2025 https://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001k/00165768.htm
3. С.Д. Хайтун, Космологическая картина мира, вытекающая из гипотезы о фрактальной вселенной // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.29418, 25.03.2025 https://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001k/00165812.htm
4. В.В. Исаева, Ю.А. Каретин, А.В. Чернышев, Д.Ю. Шкуратов Фракталы и хаос в биологическом морфогенезе. https://www.researchgate.net/publication/283072088_Fraktaly_i_haos_v_biologiceskom_morfogeneze
5. Никитин А.В., Вселенная автоматов // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.26639, 31.08.2020 https://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001h/00164479.htm
6. Мандельброт Б. Б. - Фракталы и хаос. Множество Мандельброта и другие чудеса. - 2009. - 392с