

розділені один від одного. Кожен елемент пов'язаний лише з вкрай обмеженим числом інших елементів. Підсумок очевидний: робота комп'ютера, за словами професора Лу, дуже "прямолінійна".

Якщо на комп'ютері виконується кілька завдань, вони по черзі використовують його ресурси. Тому комп'ютер чудово виконує прості і вузькі завдання, і йому складно вирішити що-небудь, що виходить за ці рамки.

Мозок же веде безліч операцій паралельно, управляє положенням тіла, аналізує інформацію з органів почуттів і так далі. Саме таку обчислювальну систему вирішив створити Вей Лу.

Поки що на цьому шляху зроблено лише перший крок невеликий: його команді вдалося поєднати мемрістор з парою електронних схем. Але показано, що вже ця проста система має здатність, запам'ятовувати, а значить — і брати участь у навчанні. Так само як зв'язок між нейронами, який постійно стимулюється, стає "міцніше" (вважається, що цей механізм лежить в основі довготривалої пам'яті), так і створена на базі мемрістора система міняє провідність залежно від своєї попередньої історії. Зрозуміло, наступним кроком має стати побудова більш складної системи, а підсумком — суперкомп'ютер невеликих розмірів.

Література

1. Анатомія Людини / [В. Г. Ковешніков, І. І. Бобрик, А. С. Головацький та ін.]. — Луганськ: «Шико», 2008. — 400 с. — («Віртуальна реальність»).
2. Синельников Р. Д. Атлас анатомии человека / Р. Д. Синельников, Я. Р. Синельников. — Москва: "Медицина", 1996. — 320 с. — (Учеб. лит. для студ. мед. вузов). — (ISBN 5-225-02723-7; т. 4).
3. Dogs Have the Most Neurons, Though Not the Largest Brain: Trade-Off between Body Mass and Number of Neurons in the Cerebral Cortex of Large Carnivoran Species [Електронний ресурс] // *Frontiers in neuroanatomy*. — 2017. — Режим доступу до ресурсу: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnana.2017.00118/full>.
4. ВЧЕНІ ПРАЦЮЮТЬ НАД СТВОРЕННЯМ КОМП'ЮТЕРА, ЩО ІМІТУЄ КОТЯЧИЙ МОЗОК [Електронний ресурс] // ТСН. — 2010. — Режим доступу до ресурсу: https://tsn.ua/nauka_it/vcheni-pratsyuyut-nad-stvorenniam-komp-yutera-shcho-imituye-kotyachii-mozok.html.
5. Анатомия домашних животных / А. И. Акаевский, Ю. Ф. Юдичев, Н. В. Михайлов, И. В. Хрусталева. — Москва: "Колос", 1984. — 543 с. — (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).

ФРАКТАЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ В АНАТОМИИ

Рогуля В.О., Шальнев С.О.

Українська медична стоматологічна академія

Наш мир устроен довольно сложно. Все в нем до бесконечности делится на частин, приблизительно подобные целому, ибо реальность фрактальна. Бесконечное дробление и подобие маленьких частей это и есть принцип устройства природы. Открытие фрактальных закономерностей не только установило существование непрогнозируемых процессов, но и научило человека ими управлять.

Ключевые слова: фрактал, линейность, нелинейность, алгоритмы,

фракталы человека, кровеносные сосуды, пищеварительный тракт.

Понятие фрактал (от лат. fractus — расколотый, раздробленный, состоящий из фрагментов) ввел в 1975 году французский ученый Бенуа Мандельброт для обозначения нерегулярных, но самоподобных структур, которыми он занимался. В его работах использованы результаты других ученых, работавших в 1875-1925 годах в той же области (Пуанкаре, Жюлиа, Кантор, Хаусдорф). Но в наше время удалось объединить их в единую систему.

Мандельброт дает такое определение: "Фракталом называется структура, состоящая из частей, которые в каком-то смысле подобны целому". Термин фрактал образован от латинского причастия fractus. Соответствующий глагол frangere переводится, как ломать, разламывать, т.е. создавать фрагменты неправильной формы. Таким образом, разумно будет предположить, что, помимо значения «фрагментированный» (как, например, в словах фракция или рефракция), слово fractus должно иметь и значение "неправильный по форме"; примером сочетания обоих значений может служить слово фрагмент. Сочетание «естественный (или природный) фрактал» применяют для обозначения естественных структур, которые с той или иной целью могут быть представлены в виде фрактального множества. Например, броуновские кривые являются фрактальными множествами, а броуновское движение мы назовем природным фракталом.

Мандельброт объясняет сущность этого принципа на примере вычисления длины береговой линии или любой национальной границы. С феноменом береговой линии он столкнулся, изучив малоизвестную работу английского ученого Льюиса Ф. Ричардсона, опубликованную уже после смерти автора. М-андельброт тщательно проанализировал возможности измерения длины береговой линии и получил результат, который не только ошеломил, но и стал поворотным пунктом в его мышлении.

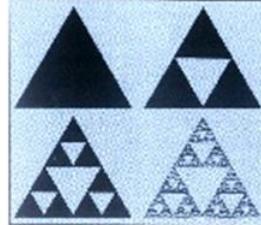
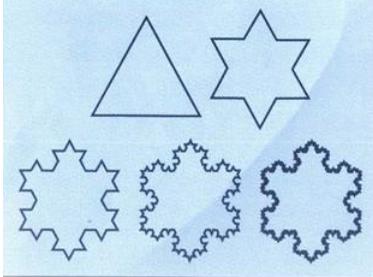


Рис.2 коврик Серпинского

Фракталы могут быть линейными и нелинейными. **Линейные** фракталы — это фракталы, определяемые нелинейными функциями, то есть уравнениями первого порядка. Они проявляют самоподобие в самом бесхитростном «прямолинейном» виде: любая часть есть уменьшенная точная копия целого.

Значительно богаче и разнообразнее **нелинейные** фракталы — это фракталы, определяемые нелинейными функциями степени выше первой. Более разнообразным является и самоподобие нелинейных фракталов: в них часть есть не точная, а похожая деформированная копия целого.

Именно алгоритмом Мандельброта пользуется природа, создавая свои шедевры — фракталы золотого сечения — от листа травы до биологической популяции. Поэтому не удивительно, что фракталы поразительно красивы. Своей красотой и разнообразием форм они поразили не только математиков. В 1984 году Институтом Гете была устроена выставка «Границы хаоса», представлявшая собой портреты фрактальных структур, она имела сенсационный успех и обошла весь мир. В-первые в истории науки результаты математических расчетов демонстрировались широкой публике как произведения искусства. Еще через два года представленные на выставке материалы были собраны в книге Петера Рихтера и Ханца-Отто Пайтгена «Красота фракталов», которая в 1993 году вышла в России. Рихтер и Пайтген были буквально поражены красотой и разнообразием нелинейных фракталов.

Фрактальный бум охватил всю планету и стал одной из примет науки конца второго тысячелетия.

Конец XX века ознаменовался не только открытием поразительно красивых и бесконечно разнообразных структур, названных фракталами, но и созданием фрактального характера геометрии природы. Если на заре естествознания Галилей утверждал, что книга природы написана на языке окружностей и треугольников, то к концу XX века стало ясно, книга природы написана на языке нелинейных фракталов. Причудливые очертания береговых линий и замысловатые извилины рек, изломанные поверхности горных хребтов и причудливые очертания облаков, раскидистые ветви деревьев и разветвленные сети кровеносных сосудов и нейронов, робкое мерцание свечи и вспененные турбулентные потоки горных рек — все это фракталы. Одни фракталы, типа облаков или бурных потоков, постоянно меняют свои очертания, другие, подобно деревьям или нейронным сетям, сохраняют свою структуру неизменной. Общим для обоих типов фрактальных структур является их самоподобие — основное свойство, обеспечивающее выполнение во фракталах основного закона — закона единства в многообразии мироздания.

Хаос дал сильный толчок развитию теоретической биологии, объединив биологов и физиков в научные коллективы. При фрактальном подходе рассмотрения структуры как целого через разветвления разного масштаба изменился взгляд физиологов на человечески организм (который развивался в результате хитрых воздействий между стабильностью и хаосом, порядком и беспорядком), на органы, которые стали рассматриваться уже не застывшими регулярные и иррегулярные колебания.

В основу исследования фрактальной структуры человека был положен ряд основополагающих теоретических положений.

1. Биологический организм состоит из множественных структурно-функциональных звеньев, связанных в единую многоуровневую сеть, где информационная составляющая каждой отдельной клетки влияет как на все остальные субформы (ткани, органы и т. д.), так и на организм в целом.
2. Человек — открытая система, которой свойственны саморегуляция и самоорганизация.
3. Основой структурно-системной организации, функционирования и управления является фрактал. Это означает, что человеческий организм обладает свойством самоподобия на разных уровнях системной иерархии, и свидетельствует о «голографичности» его информационных систем и, в частности, головного

мозга.

4. Элементы, систематизирующие информационные взаимосвязи, существуют во всех органах и системах организма.
5. Взаимодействие среды и организма происходит через резонанс внешних и внутренних колебательных процессов.
6. Восприятие информации осуществляется «телом» (пятью органами чувств), а анализирует информационно-обменные процессы мозг.
7. Здоровый организм отличается устойчивостью информационных связей как между различными функциональными системами организма, так и внутри каждой системы и подсистемы.
8. Показателем устойчивости информационного взаимодействия служит синхронизация собственных колебательных процессов, имеющих электромагнитную природу.

Таким образом, человека следует рассматривать как информационную структуру, пронизывающую физическое тело, которое представляет собой богатый источник нелинейных фракталов, причем, фракталов золотого сечения.

Нелинейными фрактальными структурами являются также все системы и органы человека. Так, например, кровеносные сосуды, начиная от аорты и заканчивая капиллярами, образуют сплошную среду. Многократно разветвляясь и делясь, они становятся столь узкими, что площадь их поперечного сечения оказывается сравнимой с размерами кровяной клетки. И такие разветвления имеют фрактальную природу, напоминая своей структурой один из объектов, придуманных математиками под эгидой Мандельброта. В силу физической необходимости кровеносные сосуды приобрели просто удивительные свойства. Подобно тому, как кривая Коха «сжимает» бесконечно длинную линию в ограниченное пространство, в системе кровообращения поверхность с огромной площадью должна вместиться в ограниченный объем.

Используя возможности фрактальных структур, природа исключительно эффективно сконструировала человеческий организм. Каждая клетка отделена от кровеносного сосуда, и если взять любой участок нашего тела в определенном масштабе, то выяснится, что между самым мелким капилляром и клеткой — многометровые пространства. При всем сами сосуды и циркулирующая по ним кровь занимают совсем небольшое пространство — около 5 % объема тела. И все же нельзя взять даже миллиграмма плоти, не пролив крови, она есть везде.

Сердце качает кровь, она течет по сосудам в ткани, сосуды ветвятся, несут питательные вещества, кислород. Но капилляры не передают все это непосредственно в клетку. Питательные вещества из крови поступают в жидкость, омывающую клетку. И вода здесь носитель и посредник. Основная вода находится в межклеточном пространстве. Вода омывает все наши клетки, сочится, течет по разным путям внутри организма. 40-45 % массы организма представляет собой вода в свободном состоянии. Однако нашему телу не никаких водяных емкостей. Вода организована в нас в довольно сложные ветвящиеся системы различных масштабов, позволяющие в ограниченном объеме физического тела донести питательные вещества до каждой клетки, и отвести прочь продукты ее жизнедеятельности.

В тканях пищеварительного тракта одна волнистая поверхность встроена в другую. Легкие также представляют собой пример того, как

большая площадь «втиснута» в довольно маленькое пространство. В среднем площадь дыхательной поверхности легких человека больше площади теннисного корта. Но еще удивительнее то, как искусно пронизаны лабиринты дыхательных путей артериями и венами. Традиционное описание разветвлений в бронхах оказалось в корне неверным; фрактальное же их изображение вполне подходит под практические данные.

Так же и мочеvyделительная система фрактальна по своей природе, как и желчные протоки в печени, как сеть специальных мышечных волокон. Которая известна кардиологам по названию сети Гиса–Пуркинье — лабиринта разветвляющихся путей, воспроизводимых во все более мелких масштабах. Эти мышечные волокна проводят электрические импульсы к сократимым мышечным клеткам сердца. Кардиологи обнаружили, что спектральные характеристики сердечных сокращений подчиняются фрактальным законам, как землетрясения и экономические феномены.

Электрическая активность сердца — рекурсивный (фрактальный) процесс. То же можно сказать и об иммунной системе, печени, почках, вестибулярном аппарате — все это фрактальные структуры. В действительности, вся физическая структура человеческого тела имеет фрактальную природу.

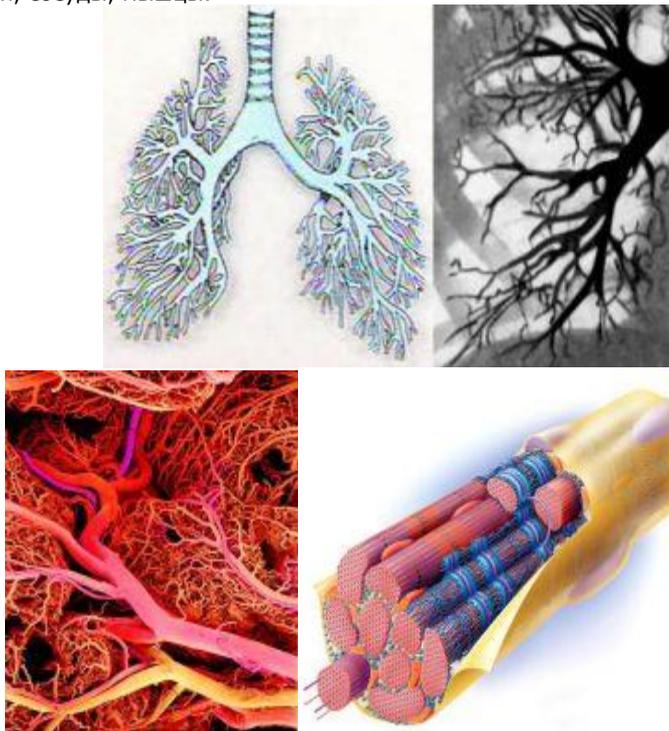
С первого взгляда организм человека кажется чрезвычайно сложным. Однако он сложен лишь в контексте евклидовой геометрии, поскольку фракталы, разветвляющиеся структуры, до прозрачности просты и могут быть описаны с помощью небольшого объема информации. Возможно, несложные преобразования, которые формируют фрактальные структуры, заложены в генетическом коде человека. ДНК, конечно же, не может во всех подробностях определять строение бронхов, бронхиол, альвеол или пространственную структуру дыхательного «древа», однако она в состоянии запрограммировать на повторение процессы расширения и разветвления. Именно таким путем природа достигает своих целей.

В книге Пригожина «Время, хаос, квант» рассматривается анализ данных измерений активности головного мозга. Известно, что в нашем мозге одна часть (левое полушарие) ищет стабильности, а другая половина (правое полушарие) находится в поисках хаоса. В стадии глубокого сна в активности мозга обнаруживается детерминистический хаос с фрактальным аттрактором в пятимерном пространстве (пять независимых переменных). С точки зрения электрической активности, мы имеем дело с истинной случайностью. При эпилептических припадках электроэнцефалограмма свидетельствует о появлении фрактального аттрактора малой размерности (две независимые переменные). Эпилепсия отнюдь не приводит к хаотическим энцефелограммам, а наоборот, энцефелограммы больных эпилепсией чрезмерно «регулярны». В определенном смысле можно утверждать, что «умственный порядок» патологичен, или, как писал французский поэт Поль Валери, «мозг — сама нестабильность!»

« Известно, что от ритмичной работы сердца зависит жизнь человека. Но работа мозга должна быть предельно нестабильной. В противном случае, вы будите страдать эпилепсией. Это доказывает, что нерегулярность, хаос ведет к сложным системам. Это не беспорядок, напротив, я сказал бы, что хаос — это то, благодаря чему возможны биологическая жизнь и умственная деятельность. Мозг обладает такой избирательностью и нестабильностью, что достаточно малейшего усилия для установления порядка» (И. Пригожин).

На данное время фракталы находят и вероятно будут находить применение в медицине. Сам по себе человеческий организм состоит из множества фракталоподобных структур: кровеносная система, мышцы, бронхи и т.д.

Примеры фракталоподобных структур в организме человека: бронхи, сосуды, мышцы.



Поэтому учёные задумались можно ли применять фрактальные алгоритмы для диагностики или лечения каких-либо заболеваний? Оказывается возможно. Например теория фракталов может применяться для анализа электрокардиограмм. В последние годы в развитых странах, несмотря на очевидные успехи в разработке новых лабораторных и инструментальных методов диагностики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний, продолжается их рост.

Еще одна область в медицине где активно могут применяться фракталы — это гастроэнтерология. До настоящего времени и зачастую по сей день для диагностики заболеваний ЖКТ используются зондовые методы, которые связаны с необходимостью введения различной толщины зондов, что неприятно как для больного, так и для медперсонала. Кроме того, подобная техника проведения исследований значительно сужает объем их применения ввиду невозможности использования у соматически тяжелых больных, у больных в раннем послеоперационном периоде и т.п. Именно этой причиной объясняется не прекращающийся интерес физиологов и

клиницистов к изучению моторно-эвакуаторной деятельности желудка и кишечника, а также к разработке новых методов, позволяющих адекватно, не только качественно, но и количественно оценивать интенсивность и характер моторной активности различных отделов ЖКТ.

Стихотворение Николая Заболоцкого, опубликованное в 1947 году, начинается такими строками:

*Я не ищу гармонии в природе.
Разумной соразмерности начал
Ни в недрах скал, ни в ясном небосводе
Я до сих пор, увы, не различал.
Как своенравен мир ее дремучий!
В ожесточенном пении ветров
Не слышит сердце правильных созвучий,
Душа не чует стройных голосов.*

Заболоцкий искал в природе «разумную соразмерность», но представлял ее себе согласно классическим канонам — по Евклиду; а оказалось, что эта соразмерность имеет совершенно другую геометрию, о которой великий поэт не догадывался. Гармония есть и в недрах скал, и в пении ветров, в строении человека — причем везде она одна и та же.

Література

1. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. — М.: «Институт компьютерных исследований», 2002.
2. Анатомія людини / [В. Г. Ковешніков, А. С. Бобрик, І. І. Головацький та ін.]. — Луганськ: Шико, 2008. — 379 с.
3. Андрей Л. В лесах фрактальной графики. Часть 4 / Лёушкин Андрей. // Компьюарт. — 2013. — №3.
4. Фракталы в медицине и биологии [Электронный ресурс]. — 2010. — Режим доступа до ресурсу: <http://textarchive.ru/c-2866802-pall.html>

ЗАСОБИ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ В ЛІКУВАННІ І ПРОФІЛАКТИЦІ ОЖИРІННЯ

Селіванов Є. В.

Харківський національний медичний університет

Анотація. У статті розглянуті причини виникнення такої проблеми, як ожиріння. Обґрунтовано ефективність використання засобів фізичної культури і спорту в боротьбі із зайвою вагою. Наведено загальну схему тренувального заняття, що дозволяє найбільш ефективно боротися з проблемою ожиріння і нормалізацією обміну речовин в організмі людини.

Введення. Ожиріння є однією з основних проблем сучасного суспільства [12]. Нездорове харчування, стреси, нестача сну і малорухливий спосіб життя призводять до того, що близько половини населення розвинутих країн світу страждають від зайвої ваги. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) надмірна вага спостерігається у 39% дорослого населення планети і 13% страждають від ожиріння. І ці цифри