

Размышления о четырёх взаимосвязанных чудесах:

Жизнь, память, сознание и эмоции.

Vitali Milman

## Содержание

Предисловие.

Очень большие размерности удивляют.

Замечание о памяти

Краткое резюме о Сознании.

Многоярусное сознание.

Эволюция, Отбор, Мутация

Немного полезной информации о генах, геноме, нуклеотиды

Гены клетки

А теперь мутации.

Эволюция

Первые шаги эволюции; возникновение жизни.

Несколько дополнительных фактов

Эмоции.

Заключение

## Предисловие.

Цель этой статьи-книги приподнять завесу чуда с каждого из понятий указанных в заглавии.

Возникновение жизни, её эволюция и особенно сознание поражает нас. Это какие-то чудеса. Задумавшись над этим, начинаешь верить в сверхразум, который создал жизнь, виды и наделил жизнь сознанием.

В подходе, который я изложил в книге “Reflections on Consciousness“ и который я вкратце изложу в отдельной главе этой книги, жизнь и память автоматически создают сознание. Это приоткрыло завесу чуда с понятия сознательного поведения. Я больше не нуждался в гипотезе сверхразума (Б-га) для восприятия сознания как естественного процесса. Однако жизнь оставалась полной загадкой. Здесь потребность в сверхразуме являлась единственным объяснением. Однако сейчас я снова почувствовал, что не нуждаюсь в гипотезе Б-га для того, чтобы объяснить естественность процесса возникновения жизни и её эволюции. Сознание есть ведущий фактор в эволюции жизни и её возникновении. Однако не стандартное понимание сознания, а его расширенное понимание, как оно обсуждалось в упомянутой мною книге “Reflections on Consciousness“ и которое я повторю в секции о сознании.

Наконец, эмоции создаются сознанием, и мы обсудим это в секции Эмоции.

Это лишь очень короткий абстракт. Даже центральные слова, такие как жизнь, сознание, эмоции, надо определять. Я не буду определять, что я понимаю под словом жизнь, поскольку в нашем подходе мы расширяем схему и будем работать с системой,

зависящей от очень большого числа параметров и, возможно, имеющей некоторые дополнительные (абстрактные) свойства типа определённых симметрий. Я уточню это в тексте. Кроме того, совершенно необходимо, чтобы эта система обладала определённой памятью, и это мы тоже будем уточнять.

Однако в начале одно общее, но очень важное замечание. В настоящее время имеется поток работ посвящённых сознанию, сознанию человека либо создаваемых нами машин. В основном в работах по сознанию человека исследования направлены на понимание того как мы, люди, думаем. Они изучают нейронные связи и как из них может возникнуть сознание. Я ничего не знаю об этом и не изучаю этот вопрос. Я хочу объяснить разницу между тем, что я буду обсуждать в этой книге, и всем чрезвычайно важным потоком исследований, о которых я упомянул.

Биомедицина отличается от точных наук в том, что когда вы думаете, что нашли решение стоящей перед вами проблемы, это еще далеко не конец ее решения.

В точных науках мы формулируем и решаем задачи, которые еще не решены. Нам нужно найти решение — любое решение. Мы будем работать над улучшением этого решения в будущем.

Однако проблемы, которые нам нужно решить в медицине, уже решены Природой/Б-гом. Наша задача не найти какое-то решение, каким бы красивым и элегантным оно ни было, а найти решение, которое уже создала Природа/Б-г. Поэтому, найдя самый изящный подход, нам приходится проводить эксперименты, чтобы проверить, используется ли он природой. И вряд ли это получится с первой попытки. Таким образом, все пойдет в мусор, и работу придется начинать заново. Однако завеса тайны вокруг изучаемого явления уже спадет, даже если найденное решение не будет соответствовать истинному решению, найденному природой. И это именно наша цель.

В предыдущей книге, которую мы упомянули уже дважды, мы обсуждали эквивалент сознания, который автоматически возникает в структурах, зависящих от очень большого числа параметров (степеней свободы) и обладающих достаточно большой памятью. Однако я еще не сказал, что мы имеем в виду, когда говорим о

«сознании». Поскольку стандартное восприятие сознания связано с человеком или, в более свободной трактовке, с живым существом, сразу отмечу, что я не собираюсь обсуждать в этой части текста, что такое жизнь и как ее следует определять. Мне достаточно понять, что это очень сложная система, которая зависит от очень большого количества параметров и обладает памятью. Никакое точное определение не повлияет на последующие размышления. Но мы начнем обсуждение сознания с осознания того, что оно сопровождает по крайней мере некоторые живые системы, а скорее всего, и все.

Опять-таки, в той же книге “Reflections on Consciousness” Я привожу несколько примеров сознания у различных живых существ. У птиц - совершенно человеческого типа понятное нам сознание. У одноклеточных организмов и у деревьев совершенно непонятное нам, но сознание. Другая моя книга “Life = Consciousness” целиком посвящена примерам сознания у разного вида животных и других живых объектов.

В секции о сознании я повторяю схематическую модель, основанную на известных (но нетривиальных) математических наблюдениях, которая успешно имитирует некоторые удивительные свойства сознания.

В следующей первой главе этой книги я покажу на нескольких примерах насколько действительно необычными, абсолютно не интуитивными, может быть поведение систем с очень большой степенью свободы. Примеры эти элементарны для понимания, хотя представлены на математических объектах и являются точными фактами.

Очень большие размерности удивляют.

Я уже несколько раз повторял ранее, что некоторые факты об очень больших размерностях удивляют. Они совершенно не интуитивны и услышав о них впервые трудно поверить. Они есть результат математических расчетов, а не априорной интуиции. И нас, математиков, расчёты эти поначалу удивляли. Однако многие из них

может произвести любой студент закончивший курс анализа в математике.

Я собираюсь привести несколько таких примеров. Первые из них не будут иметь прямого отношения к цели этой книги. Я привожу их просто, чтобы читатель привык к тому, что в больших размерностях могут происходить явления, которые мы совершенно не ожидаем. Всё, о чём я буду говорить здесь, это результат математических расчетов, и я повторю, достаточно простых, чтобы любой квалифицированный математик мог их проверить без ссылок.

Немного терминологии и обозначений.

$x$  либо  $x(i)$  – обозначают числа, положительные либо отрицательные и иногда с их номером  $i$ , как в  $x(i)$ . Набор чисел  $\mathbf{x} = (x(1), x(2), \dots, x(n))$  называется вектором, и подчеркивая количество этих чисел  $n$ -мерным вектором. Мы пишем  $\{\mathbf{x} = (x(1), x(2)) \mid |x(i)| \leq 1 \text{ for } i=1,2\}$  для всего множества таких векторов  $\mathbf{x}$ , что выполняется написанное условие: модуль  $|x(i)|$  меньше либо равен единице. Это квадрат, который мы называем 2- мерным кубом. Если бы  $i = 1, 2, 3$ , то есть размерность вектора была три, то это был бы обычный куб, трёхмерный куб. Аналогично мы будем говорить об  $n$ - мерном кубе, когда вектор  $\mathbf{x}$  состоит из  $n$  чисел.

Мы будем говорить об объёмах (volume) кубов, и употреблять слово объём во всех размерностях  $n$ . Поэтому объём двумерного куба это его площадь, и она равна четырём. Объём трёхмерного куба равен восьми, а  $n$ -мерного куба  $= 2^n$  (2 в степени  $n$ ).

Впишем теперь в куб единичный шар. В двумерном случае это будет круг внутри квадрата. В трёхмерном это будет шар внутри куба. Ну и так далее,  $n$ -мерный шар внутри  $n$ -мерного куба.

Как много места занимает шар внутри куба если  $n$  очень большое? Ответ: почти что ничего. Например, пусть  $n = 15$ . Возьмём случайную точку в 15-мерном кубе. С какой вероятностью она попадёт также во внутрь шара? Вероятность эта будет меньше чем 1 к 64.000. Это значит, что вы с лёгким сердцем можете поставить 10.000 долларов, что вы в шар не попали. Интуитивно ли это? Следуя интуиции, происходящей от размерности три, когда мы видим шар внутри куба, этого предположить нельзя. Я добавлю, что если бы вы взяли  $n$  равным двадцати, то и 1 млн долларов можно

было бы с лёгкостью поставить за то, что случайная точка в шар не попадёт.

Как меняется объём шара радиуса один с ростом размерности  $n$  ?

Для  $n = 2$  (Круг) это  $\pi$ , примерно 3.142...,

для  $n = 3$  (Шар) это  $\frac{4}{3}\pi$ , примерно 4.189,

для  $n = 4$  примерно 4.935, затем для  $n = 5$  примерно 5.264 .

Неправда ли, достаточно для интуиции. Подряд пять раз объём шара растёт. Для любого физика этого достаточно, чтобы утверждать, что так будет и дальше. Однако дальше, при больших размерностях  $n$ , объём начинает падать. При  $n = 15$  это уже 0.381, а затем стремительно, экспоненциально идёт к нулю.

В следующем примере я буду говорить о поверхности шара, то есть о сфере. Мы обозначаем её  $S^n$  имея в виду  $n$ -мерную сферу. Это означает, что вектор  $x$ , состоящий из наборов чисел  $x(i)$ ,  $i = 1, \dots, n$ , принадлежит этой сфере, то есть сумма всех чисел  $x(i)^2$  равна 1.

Функция  $f(x)$  задана на сфере, если для любой точки сферы  $x$  задано число  $f(x)$ . Мы хотим рассматривать не слишком плохие функции, и поэтому, например, мы ограничимся условием, что для любых двух точек на сфере  $x$  и  $y$  значение функции  $f(x)$  и  $f(y)$  отличались не более, чем на 10 раз расстояние между точками  $x$  и  $y$ . ((Мы называем такие функции Lip-functions с константой 10).

И вот теперь мы готовы провести игру, которая, я думаю, вас удивит. Возьмём  $n$  числом большим, но можно и не слишком большим, например 100. Напишите для себя любую такую функцию. Я не должен знать, какую вы подберёте функцию, любую. Теперь возьмите случайную точку  $x$  на сфере. Вы скажете мне значение  $f(x)$ . Я не мог его знать. Я не знаю вашей функции. Теперь возьмите другой случайный вектор  $y$ . Вам не надо говорить мне значение  $f(y)$ . Я вам скажу его с точностью четырёх знаков после запятой (то есть если оно было, скажем, 4.56783, то я назову 4.5678). Откуда я буду его знать? Да просто потому, что с вероятностью почти что равной единице (то есть почти наверняка) это новое значение будет таким же как и старое значение

в первых четырёх десятичных знаках. Это математическая теорема, абсолютно не интуитивная, что такая функция с очень близкой к единице вероятностью принимает почти что одно и то же значение. Она, функция, выглядит как, ведёт себя как почти постоянная функция. И даже если вы захотите меня обмануть и измените эту функцию, но не слишком сильно, то это значение останется тем же. Свойство принимать одно и то же значение у таких функций чрезвычайно стабильно. Конечно, я должен уточнить, какого типа изменения возможны. Кстати, то же самое верно для, скажем, 20 функций одновременно.

Этот последний пример, это свойство функций на сфере называется *концентрацией меры*. Свойство это типично для систем очень большой размерности. Оно является центральным в нашей математической модели сознания, которая описана в деталях в книге "Reflections on Consciousness".

Для того чтобы быть точным и элементарным - эта глава написана для специальных относительно простых объектов, это кубы, шары, сферы. Однако мы знаем что аналогичные факты верны для огромного числа различных объектов очень большой размерности. Можно сказать, что именно такое поведение, примеры которого я привёл выше, типично. Ниже, при описании объектов, которые мы исследуем, мы предполагаем, что они обладают теми же свойствами

## Замечание о памяти

Ясно, что в любом определении живой системы, она зависит от огромного числа параметров и обладает памятью. Память естественно может обладать разным объёмом и начинаться с чего-то очень небольшого. Я приведу сейчас один пример. Недавно ученые обнаружили, что молекулы и клетки могут "помнить" с какими веществами и как они взаимодействовали. "Память" молекул влияет на их дальнейшее поведение. Я хочу отметить, что в этом, в принципе, нет ничего удивительного. Я приведу простой пример в наших общечеловеческих понятиях. Например, "нечто" должно войти в дверь, которая оказывается закрытой на простой крючок. После каких-то случайных движений крючок открыли (либо

сорвали) и в дверь можно войти. В следующий раз войти в дверь проще, крючок уже открыт. В другой терминологии мы можем сказать, что дверь «помнила», что в неё входили и теперь в неё войти проще.

Кстати, вот конкретный пример таких молекул. Новое исследование выявило молекулу, которая хранит долговременную память — она называется кальций/кальмодулинзависимой протеинкиназой, или сокращенно CaMKII.

Кальмодулин представляет собой небольшой (размером 16,7 кДа) высококонсервативный белок, который связывается с широким спектром белков-мишеней и опосредует многие важные физиологические процессы, такие как воспаление, обмен веществ, апоптоз, сокращение гладких мышц, внутриклеточные движения, кратковременные и долговременная память и иммунный ответ.

## Краткий обзор сознания

Центральным понятием в нашем подходе является понятие сознания, которое мы изучали в книге *Размышления о сознании*. Кратко повторю основные положения, к которым мы пришли и которые будем использовать ниже.

Напомню, что при изучении «сознания» мы фактически обсуждали сознательные действия. И нам нужно было определить, что такое сознательное действие. Под сознательным действием я подразумеваю действие, которое влечет за собой ясную заранее установленную цель, которую это действие должно достичь — план действия задуман заранее, и действие следует этому заранее задуманному плану. Сознание в моем понимании состоит из всех сознательных действий, которые способно совершить данное живое существо (или наша абстрактная система).

Замечу, что «понимание» и возникновение «знания» можно отнести к сознательным действиям (оно начинается с решения учиться, понимать и плана того, как мы предполагаем этого достичь). К категории «осознанных действий» я отношу еще и «осознанное прочтение ситуации».

Естественно, в зависимости от этого множества сознательных действий мы можем говорить о разных уровнях сознания — от очень рудиментарных, элементарных форм до высокоразвитых. Еще раз повторю, что наши определения и рассуждения применимы ко многим системам, имеющим очень большое количество параметров и обладающим памятью.

По-видимому, каждая задача, поставленная перед определенной системой (скажем, живым организмом), может быть описана некоторой, еще не известной нам сегодня функцией, которая зависит, естественно, от очень большого количества параметров. А если модельный пример концентрации, как мы обсуждали в разделе «Математическая модель сознания» книги *Размышления о сознании* справедливо и в этом случае, мы получаем поведение, близкое к фиксированному шаблону.

Я называю это сознательной реакцией системы. Эта реакция не меняется при изменении небольшого количества параметров. Сознание должно быть стабильным. И консервативным. Когда мы возвращаемся примерно к той же ситуации, мы должны продемонстрировать ту же реакцию. Повторение реакции позволяет запомнить, какое решение является правильным, и выбрать лучшее решение. Однако полностью одинаковых ситуаций не возникает, и необходимо реализовывать один и тот же план действий в ситуациях близких, но не тождественных. Однако, понятие «близость» не является распространенным. Оно полностью игнорирует изменения, даже очень существенные, но в небольшом количестве переменных. Я уже отмечал, что такое поведение систем, зависящих от очень большого числа переменных, можно считать типичным. И это наше основное предположение относительно рассматриваемых нами объектов. Мы считаем, что рассматриваемые нами системы обладают этим свойством.

В разделе «Память и сознание» той же книги я назвал весь набор функций, производных от одной функции  $f$  с использованием большого набора возмущений, которые мы там обсуждали, «капсулой сознания». Эти «допустимые» возмущения сохраняют средние значения функций и результат сознательного действия, запрограммированного на основе данной функции.

Каждый из них представляет собой семью, очень большую семью функций, которые также обладают одним и тем же элементом сознания. Мы ожидаем увидеть это свойство в нашем понимании сознания, как проявление сознания (одна и та же реакция в похожих,

но не обязательно идентичных ситуациях). Реализация плана (значения функции) может привести к хорошему или очень хорошему результату, но может привести и к плохому.

Все это регистрируется нашей памятью, и план записывается в память с подходящей оценкой (отражается в рассматриваемой системе, например в организме, в виде эмоций — но об этом мы поговорим позже). Вся капсула этого плана фиксируется в памяти, и эта капсула сознания трансформируется в часть нашего сознания. В дальнейшем в других ситуациях, лишь похожих на ту, в которой был разработан план, мы будем «сознательно» выбирать этот план (если он сработал хорошо).

Центральную роль в нашей модели должна сыграть агрегация всех капсул, производных от функций, описывающих один конкретный массив сознательных действий нашей системы, который я назову «суперкапсулой». И на самом деле вся суперкапсула плана действий фиксируется в памяти, и эта суперкапсула сознания трансформируется, становясь частью нашего сознания.

Сознание в целом — это совокупность огромного количества сознательных действий, которыми обладает данный субъект (скажем, живое существо). Сознание постепенно возникает по мере увеличения числа параметров, от которых зависит эта система.

Однако в разделе «Некоторые выводы» той же книги мы обсуждали, что отправной точкой возникновения сознания может быть отдельное существо, такое как, скажем, муравей или пчела, и по мере увеличения их численности медленно и постепенно возникает сознание соответствующих сообществ, состоящих из очень большого числа отдельных членов. Это, конечно, также можно применить к огромному набору одинаковых молекул в любом химическом растворе или к клеткам, растениям, животным и даже людям.

Мы используем термин «хамула» для определения очень большой группы субъектов, объединенных каким-то фиксированным свойством или определенной принадлежностью, но еще недостаточно больших для возникновения полноценного сознания. Например, болельщики какого-нибудь весьма популярного футбольного клуба — это уже хамула с определённым набором вполне определённых осознанных форм поведения. Однако по мере роста хамула может перейти в стадию суперхамулы — нового организма с собственным стабилизированным сознанием.

Это ситуация, когда существование (и жизнь) отдельного члена может быть полностью подчинено групповому сознанию и индивидуально уже нежизнеспособно (опять же, в качестве примера, муравьи или пчелы). На уровне живых существ такая суперхамула или совокупность таких суперхамул трансформируется в вид или, чаще, в подвид (подвид вида, населяющий, например, некоторую большую территорию). И сознание этих суперхамул трансформируется в сознание вида/подвида.

Отдельные представители этих суперхамул изначально были подчинены определенным правилам поведения. Это было их индивидуальное сознание. Но теперь, когда они выросли в суперхамулу, все эти правила могут исчезнуть. Они могут быть теперь подчинены новому сознанию, которое они, кстати, не контролируют.

У живых существ чаще всего индивидуальное сознание сохраняется. Однако помимо индивидуального сознания возникает сознание вида — хотя отдельные существа могут и не осознавать, что их определенные действия являются следствием сознания вида.

### **Многоярусное сознание.**

Структура сознания на самом деле может быть чрезвычайно сложной, особенно у уже развитого сознания. Она может состоять из многих ярусов. Первый, основной уровень - это личное сознания индивидуума. Затем на него накладывается сознание хамулы, к которой он принадлежит (например футбольный клуб, за который он болеет; либо университет, в котором он учится либо в котором он работает). Таких хамул может быть несколько, и их влияние на наше сознание независимым. Затем уровень контроля над нашим сознанием повышается ещё раз и является в каком-то смысле независимым от первого уровня хамул уже суперхамулой. Например, город, в котором наш индивидуум живёт и сознание жителей этого города (которое я сокращённо называю сознанием города). Есть города с очень сильным внутренним влиянием. Например, спросите одессита о его городе детства Одессе, и вы почувствуете силу «сознания этого города». А затем может идти государство, либо религия, либо этническое

происхождение, национальность. Скажем сознание афроамериканца в Америке либо еврея в России.

Для животных это может быть стая, к которой оно принадлежит, а на следующем уровне район, в котором у них общие трудности и интересы. Конечно, чем более развит вид, о котором мы говорим, тем более разнообразные и разветвлённые эти многоярусные структуры сознания.

Сила влияния на нас этих разных сознаний можно определять тем, в какой мере мы готовы, либо не готовы делать вещи, которые мы делать умеем. Например, могу ли я голым пройти по людной улице? Ответ - нет, не могу, хотя я умею раздеваться. Общественное сознание накладывает абсолютный запрет для меня на такое поведение.

Трудность изучения сознания в случае развитого сознания состоит как раз в том, чтобы отделить первый уровень сознания индивидуума, от последующих уровней.

Наша мораль есть также создание нашего сознания, всех его уровней. Во первых, само понимание того, что морально, а что нет, и в какой мере. А во вторых, желаем ли мы следовать принципам морали, нами же определёнными, или готовы не следовать, и в какой мере. Это же касается более слабой формы поведения называемой «нормой поведения».

То, что я изложу ниже, есть только мои предположения, но не слишком сложное исследование может подтвердить и уточнить их, либо опровергнуть.

Я думаю, что первый уровень сознания, сознание индивидуума, совместно с наивысшим уровнем, сознанием подвида, к которому принадлежит индивидуум, определяет основы морали. А готовность следовать им определяется сознанием, приходящим от хамул, к которым данный индивидуум принадлежит. Это же касается норм поведения, хотя и в более слабой форме.

## (Эволюция, Отбор, Мутация) *Evolution, Selection, Mutation.*

Мы переходим к обсуждению эволюции.

Следуя Дарвину эволюция начинается со случайных мутаций представителей данного вида, и последующего естественного отбора (селекции) наиболее приспособленных представителей для данных условий, в которых в настоящее время находится этот вид. В этой формулировке не определено, что такое “случайная мутация”. Также некоторое воображение необходимо, чтобы принять понимание “естественного отбора” и “наибольшей приспособленности”. Однако их я оставляю без внимания и сконцентрируюсь на обсуждении понятия мутаций.

Понимание мутаций менялось со временем, и в настоящее время мы понимаем под мутацией некоторые (случайные?) изменения в структурах DNA и RNA.

Хотя идея естественного отбора несомненно чрезвычайно разумна и присутствует в процессе эволюции, однако идея случайных мутаций, которые ведут к направленному изменению species, к сожалению, является нелепой. Данный вид нуждается в приобретении новых свойств для выживания и адаптации в течение относительно короткого промежутка времени, скажем несколько десятков, максимум сотни лет. Однако мы проведём сейчас простой подсчёт, из которого будет следовать, что это невозможно будет сделать при случайных мутациях даже за миллиарды лет.

Я приведу ниже пример эволюции от одного предка двух современных животных, окапи и жирафа, чтобы пояснить, насколько случайные генетические мутации не могут привести к соответствующему результату. Но в начале я хочу описать некоторую полезную информацию о размерах genes, genome, nucleotide, а заодно познакомить читателя с терминологией.

## *Некоторая полезная информация о размерах и способности мутировать генов, генома, нуклеотидов.*

Информация, которую я предоставляю ниже, в основном отобрана для людей. Однако, будут упомянуты и некоторые другие примеры.

По оценкам проекта «Геном человека» (HGP), у человека имеется от 20 000 до 25 000 генов. Они распределяются (обычно) между 23 парами хромосом или всего 46 хромосомами. Хромосомы состоят из длинных нитей ДНК, которые содержат все гены организма. Результаты показали, что все люди на 99,9% генетически идентичны, и только 0,1% генетических вариаций ответственны за фенотипические различия, такие как физические характеристики (например, рост, интеллект, цвет волос и глаз), восприимчивость к болезням среди людей в популяциях.

Примечание для любопытных: люди ближе к кошкам, чем к собакам. Согласно исследованию, сходство генов кошек и людей составляет 90%, тогда как генетическое сходство между собаками и людьми составляет 84%. Шимпанзе – ближайшие родственники человека. ДНК человека и шимпанзе схожа на 95 процентов, и 99 процентов кодирующих последовательностей нашей ДНК одинаковы. Однако у людей в ДНК имеется 23 пары хромосом, а у шимпанзе — только 22.

**Нуклеотид** является основным строительным блоком нуклеиновых кислот (т.е. РНК и ДНК).

Ядерный геном (человека) состоит примерно из 3 200 000 000 нуклеотидов ДНК, разделенных на 24 линейные молекулы, самые короткие длиной 50 000 000 нуклеотидов и самые длинные 260 000 000 нуклеотидов, каждая из которых содержится в отдельной хромосоме. Частота нуклеотидных замен оценивается в 1 из  $10^8$  на поколение, что означает, что около **30 нуклеотидных мутаций** можно было бы ожидать в каждой человеческой гамете, насчитывающей около 3 миллиардов нуклеотидов. (Гамета – репродуктивная клетка животного или растения).

Один ген млекопитающих часто имеет длину более 10 000 нуклеотидов, а гены, охватывающие 100 000 нуклеотидов, не являются редкостью.

Известно, что геном человека содержит 3 миллиарда пар нуклеотидов, хотя большинство клеток человека содержат 6 миллиардов пар нуклеотидов. ДНК представляет собой двойную спираль: каждый нуклеотид на цепи ДНК имеет комплементарный нуклеотид на другой цепи.

Средний размер гена у человека составляет 10-15 kbp (килопар тысяча пар нуклеотидов, это единица длины нуклеиновой кислоты) (Strachan and Read 1999) Средний размер гена у человека составляет 24 kbp (Fuchs et al. 2014).

### *Гены клетки*

Все изученные до сих пор самовоспроизводящиеся клеточные организмы имеют ДНК в качестве генома. Однако существует множество РНК-вирусов, и широко распространено мнение, что мир РНК существовал до нынешнего мира ДНК.

Геномы водных и ассоциированных с хозяином микробов в среднем имеют наименьший предполагаемый размер генома (3,1 и 3,0 Мбит/с соответственно). Далее следуют геномы наземных микробов (в среднем 3,7 Мб) и геномы изолированных микроорганизмов (в среднем 4,3 Мб).

*Поток генов*, называемый также миграцией генов, представляет собой перенос генетического материала от одной популяции к другой. Поток генов, смешение генетической информации, поддерживает согласованность внутри вида. Когда поток генов ограничен, виды могут расходиться, что приводит к появлению новых видов. Этот процесс, называемый видообразованием, способствует сохранению биоразнообразия.

### *А теперь мутации.*

Мутации могут быть вызваны факторами окружающей среды, называемыми мутагенами. Мутагены включают радиацию, химические вещества и инфекционные агенты. Некоторые мутации происходят спонтанно, без внешнего влияния.

Мы уже отметили выше, что на genome of 3 billion nucleotide происходит в среднем **30 nucleotide mutations** in each human gamete. То есть это и есть ожидаемые мутации в каждом поколении. В среднем размер одного гена соответствует 20.000 nucleotides. Так что в одном определённом гене, о мутации которого мы мечтаем, мутация произойдёт с вероятностью один к 5.000. Можно подумать, что это уже не так мало. Однако кто сказал, что мутация будет вести в направлении, которое нам необходимо, и достаточно ли одной мутации в гене для изменения в положительную сторону всего генома, или, может быть необходимо несколько. Мы не можем здесь провести точный расчёт, но можно предположить, что это число упадёт, ну уж по крайней мере до одного к одному миллиарду (к примеру, если два нуклеотида должны измениться в одном гене, то вероятность уже становится один к 25 млн). Конечно, мы должны помнить, что количество особей тоже очень большое, и поэтому, быть может, в одном из них произойдёт соответствующая правильная мутация. Но и это не поможет. Gene flow (gene migration) вынесет эту новую информацию из популяции, сохраняя генетическое соответствие внутри одного вида.

Это именно то место, в которое я собираюсь внести определённую правку. Но в начале давайте рассмотрим один пример.

Кто был предком жирафа и как жирафа могла произойти от этого предка ?

Считается известным, что следующие два современных животных произошли от одного предка. это окапи и жирафа:



*Ока́пи, или окапи Джонстона*

Длина тела Окапи около 2,1 м, хвоста — 30—40 см., высота в холке до 1,2 м.

Жирафа : Длина ног – 180 сантиметров. Высота до 6,1м, около 1/3 длины составляет шея.

Важно отметить, что количество позвонков в шее жирафа то же как и в шее окапи и почти всех остальных млекопитающих, включая человека. Это семь позвонков.

Одно из самых известных объяснений тому, откуда у жирафов такая длинная шея, предложил выдающийся французский натуралист Жан-Батист Ламарк – по его мнению, шея у них вытягивалась от постоянных усилий дотянуться до листьев в кроне деревьев. Того же мнения придерживался Дарвин. Конечно, они жили задолго до возникновения генетической теории.

А теперь подумайте, как семь позвонков предка жирафы одновременно вытягиваются под влиянием мутаций. И происходит это за достаточно короткий срок, поскольку дотянуться до еды надо сейчас, ну, скажем, в течение нескольких десятилетий, в течение которых крона деревьев поднимается выше и выше. Нельзя ждать тысячелетия.

Последнее замечание. Некоторым балансом к предыдущей критике является следующий факт. Существуют гены, которые усиливают

мутацию. Одним из наиболее многообещающих генов в этом отношении является ACTN3, который обычно называют «геном скорости». (Ген ACTN3 носит лишь небольшая часть населения – в Европе только 18%. – из Википедии)

## Эволюция (*Evolution*)

Однако эволюция - это наблюдаемый факт, и некий фактор должен направлять её. Я считаю, что это работа сознания. **Однако не индивидуального сознания, а сознания вида.**

Сознание контролирует наше поведение, наши привычки. Оно ограничивает нашу свободу воли и, возможно, полностью лишает нас так называемой свободы воли в любых серьёзных вопросах (мы обсуждали это в Side Story , in “Does freedom of choice (free will) exist?”).

Мы также имеем много вспомогательных сознаний, связанных, скажем, с привязанностью к определённым клубам, людям, политическим взглядам. Это вызывает также чрезвычайную трудность, которую мы испытываем при изменении этих привычек. (Скажем, легко ли любителям футбола сменить тот клуб, к которому они были привязаны много лет, или изменить наши политические привязанности.)

Может ли сознание «действовать», чтобы улучшить живой организм?

Это должно быть результатом не индивидуального сознания одного организма (или более абстрактной системы), а результатом сознания всех членов вида, который является сверххамулой всего семейства генетически почти идентичных организмов (видовое сознание). В качестве простого примера, это воздействие может происходить через изменение сексуальной привлекательности (влечения) отдельных организмов (направить ее в сторону избранного развития). Эту возможность подтвердил антрополог штата Пенсильвания Дэвид А. Путс (2010), который обнаружил, что мужская физическая конкуренция, а не влечение, имела решающее значение для завоевания партнеров среди предков человека. Мы

также наблюдали изменения сексуальной аттрактивности мужчин в течение девятнадцатого-двадцатого веков с физической силы на интеллектуальный уровень. Другой пример, это возникновение невероятного уровня самопожертвования во время войн на выживание. Это тоже воздействие коллективного сознания соответствующих суперхамул.

**Суммируя наш подход к эволюции:**

Сознание вида, либо большей части данного вида (subspecies), наблюдает и контролирует определённую часть нашего поведения, нашего сознания. В случае значительных изменений в окружающей среде либо каких-либо других угроз данной подгруппы вида, сознание вида предопределяет направление мутаций и selection, отбор наиболее полезных для сохранения вида особей. Это направленный сознанием отбор.

### *Первые шаги эволюции; возникновение жизни.*

Учёные предполагают, что под влиянием солнечного излучения, мощных электрических разрядов (молний) и извержений вулканов в атмосфере древней Земли 4–4,5 млрд лет назад из неорганических веществ могли возникнуть простейшие органические соединения, необходимые для появления жизни. (В этом предположении я не вижу никакого чуда).

В самом начале этой главы мы говорили о памяти. Мы отметили, что в настоящее время известны молекулы, которые помнят. Конечно же, их память чрезвычайно ограничена. Но для продолжения нам и не надо, чтобы она была большой.

Известные нам размеры таких молекул тоже не маленькие. Например, size of Calmodulin is 16,7 kDa.

Итак рассмотрим такую молекулу, назовём её X. Она достаточно большая и обладает памятью. Поэтому к ней применима теория сознания, которую мы изложили выше. Её сознательные действия абсолютно элементарны и, возможно, состоят только из одного действия: соединиться с другой молекулой. Однако таких молекул невероятное множество. Они всюду вокруг. И как

таковые образуют суперхамулу (super-hamula) **X** , как мы опять-таки объяснили это выше. Эта super-hamula также приобретает своё сознание, то есть определённое влияние на действия молекул типа **X**. И если соединенные молекулы с другой молекулой более стабильны, то влияние это будет состоять как раз в том, чтобы эта молекула соединялась с другой молекулой этого же типа. И так, если это способствует большей стабильности и лучшей выживаемости этих молекул, то в результате мы получаем уже огромное число двойных молекул типа **X**. и новую super-hamula **X + X** со своим сознанием новой super-hamula. Нет никакого чуда в том, что процесс со временем будет продолжаться, образуя большие группы соединенных между собой однотипных, а может быть и не столь однотипных, молекул. Такой процесс приведёт нас к большому числу много-молекулярных образований.

Процесс эволюции начался. Он не быстрый. Сравнивая данные о появлении таких молекул, которые я привёл в начале, с данными о появлении первых признаков жизни, которые я сейчас приведу, показывают, что процесс этот взял более полумиллиарда лет. Но завеса чуда с этого процесса (для меня) снята.

### Несколько дополнительных фактов.

Первые химические следы жизни возрастом примерно 3,5 млрд лет были обнаружены в горных породах Австралии (Пилбара). Позднее органический углерод был обнаружен в породах, датированных 4,1 млрд лет.

Жизнь зародилась в древнем океане, повидимому, примерно 3,7 миллиардов лет назад. Тогда еще были только водоросли, но они уже могли синтезировать из энергии кислород. Возможно, жизнь зародилась именно в горячих источниках, где было много питательных веществ, в том числе и нуклеотидов.

Живые организмы впервые появились в Архейскую эру. Это были гетеротрофы, то есть в качестве пищи использовали готовые органические соединения, которые находили в первичном бульоне. Первыми представителями живых организмов являлись анаэробные бактерии.

Первые многоклеточные организмы на Земле появились около 650 миллионов лет назад. То есть прошло ещё 3 млрд лет.

Специалисты также уточнили, что местом их появления стала Австралия. Эти живые организмы возникли благодаря появлению планктона, а также наступлению холодов. Палеонтологи называют это явление «восстанием водорослей».

Следующий скачок в развитии эволюции произошёл ещё полмиллиарда лет спустя, 170 миллионов лет назад (как считают учёные из Плимутского университета).

До этого главную роль в существовании экосистем играли небиологические факторы: химический состав воды и климат. Но в середине юрского периода в Мировом океане начал активно размножаться планктон, выделяющий карбонат кальция (углекислый кальций). Затем это вещество откладывалось в виде донного осадка (сообщение *Nature Geoscience*). Ученые пришли к выводу, что данный процесс позволил стабилизировать химический состав океана и обеспечил условия для процветания самых разнообразных видов.

## Эмоции (Emotions)

Какую роль играют эмоции в нашей дискуссии о Сознании?

Однако до начала этого обсуждения мы должны понять, что является предметом нашего обсуждения, о чём идёт речь, что такое Emotion. Каждый из нас чувствует и понимает, когда его реакция в определённом смысле эмоциональна, однако это оказывается совсем не легко определить в точности, и очень много путаницы существует в обсуждении этого вопроса. Я процитирую Google:

Эмоции — это сознательные психические реакции (такие как гнев или страх), субъективно переживаемые как сильные чувства, обычно направленные на конкретный объект и обычно сопровождающиеся физиологическими и поведенческими изменениями в организме. (понятно?)

Я не советую задумываться над этим определением. Имеется много других.

В нашем тексте моя цель другая. Я хочу понять, зачем жизни (и сознанию) нужны эмоции (и нужны ли?). В чём их роль, если они нужны. Я дам определение эмоций, связанное с нашим обсуждением сознания.

Однако здесь я хочу обсудить лист наших, человеческих эмоций. Перечислить их. Это опять-таки оказывается не просто. Существует понятие базовая эмоция. Несмотря на то, что многие психологи приняли теорию базовых эмоций, единого мнения о точном количестве базовых эмоций не существует. В разных исследованиях это число варьируется от четырёх до восьми, но я также видел число 12.

Есть теория утверждающая что 8 эмоций вписаны в наш мозг еще при рождении.

Однако сейчас учёные установили, что количество всех эмоций целых 27:

Восхищение, Обожание, Эстетическая восприятие, Развлечение, Беспокойство, Трепет, Неловкость, Скука, Спокойствие, Растерянность, Тяга, Отвращение, Боль, Восторг, Зависть, Возбуждение, Страх, Ужасы, Интерес, Радость, Ностальгия, Романтика, Грусть, Удовлетворение, Сексуальное желание, Симпатия, Триумф.

Конечно же, во всех этих списках повторяются те же названия, хотя иногда одну и ту же эмоцию называют разными именами.

Психолог Роберт Плутчик считал, что люди могут испытывать более 34 000 уникальных эмоций, но обычно они испытывают восемь основных эмоций. Эти первичные эмоции включают гнев, страх, печаль, радость, отвращение, удивление, доверие и ожидание.

Все эти категории эмоций полезно иметь в голове, когда мы будем обсуждать понятие, параллельное категориям эмоций в нашей модели сознания.

Кстати, живем ли мы в какой-то момент без каких-либо эмоций? Является ли это возможным?

Находиться в состоянии спокойствия (которое также является эмоцией) — вот ответ, когда вы думаете, что у вас нет никаких эмоций.

Итак, как возникает понятие эмоций в нашей схеме сознания и сознательных действий. Мы оценивали каждое сознательное действие некоторой функцией (неизвестной нам функцией, но в нашей схеме существующей). Результат мог оказаться хорошим, либо очень хорошим, а может быть наоборот, плохим либо очень плохим. Уровень успеха либо неуспеха нашего действия оценивается силой эмоций. Это и есть эмоции. Как иначе мы могли бы знать насколько результат хорош либо плох. Эмоции - это оценочная функция нашего сознания. Это также форма стимуляции сознанием наших действий.

Однако имеется очень много разных эмоций. Каждая из этих эмоций отражает определённое направление, за которое взяло на себя ответственность наше сознание. Конечно, направления эти могут пересекаться, и в некоторых случаях картина эмоций может быть очень сложная.

## Подводя итоги

Я кратко повторю, в чём я вижу один шаг эволюции.

Итак, рассмотрим некий процветающий вид. Каждый индивидуальный член вида имеет своё сознание, ответственное за успех и выживание этого индивидуального члена внутри вида. Но также существует сознание вида (а возможно просто супер-хамулы), ответственное за успех и выживание вида либо чем-то выделенного подвида (или супер-хамулы). Оно в определённом смысле доминирует сознание индивидуального члена. Наступают некоторые изменения во внешней среде, и виду надо начать приспосабливаться к меняющимся условиям. Сознание вида вступает в действие и направляет эволюцию индивидуальных членов. Меняются их вкусы, партнёры по продолжению рода, а

также, возможно, происходят более серьезные изменения. Действия сознания вида повышает уровень сознания индивидуальных членов, а это означает, что автоматически повышается уровень и сознания вида. Конечно, всё это может происходить только с частью вида, с подвидом находящимся в других условиях, чем другая часть этого вида, либо даже с некой супер-хамулой.

Процесс этот начался порядка 4,5 миллиарда лет назад, когда под влиянием мощных электрических разрядов, извержений вулканов, а возможно в глубоководных гидротермальных источниках (deep sea hydrothermal vents) возникли органические соединения, молекулы, обладающие памятью и зависящие от достаточно большого числа параметров для возникновения элементарных признаков сознания.

В наши дни мы наблюдаем сегодняшний, последнего времени этап этого развития, при котором сознание человечества создаёт на наших глазах искусственный разум, обладающий невероятной памятью и охватывающий всю планету, возможно, следующий шаг эволюции сознания.

## Side story.

### Example of Consciousness in Animal World

There is a widely held view that consciousness is a trait of humans, but not of animals. From everything I described above, it is obvious how much I disagree with this belief. My understanding is that all living things have consciousness. I have described examples of conscious behavior not only in the animal world, but also in the world of cells and in the world

of trees. I devoted my book *Life = Consciousness* to this subject, but also described some examples in the preceding book, *Reflections on Consciousness*. Here I will repeat only one example of undoubtedly conscious behavior in a bird. I am unable to understand how one can deny consciousness in what you are about to read.

We will talk now about a very intelligent bird, the Australian magpie. We were renting a small house on the outskirts of Canberra. There were always birds in the small area in front of the entrance. Of course, our children, nine-year-old Anat and 11-year-old Emanuel, fed the birds a little. There was even some kind of a small feeder on the ground a couple of meters from the entrance. We had been living there for a while, and the birds were also used to us, although they scattered when we walked past them.

Once, fairly early in the morning, there was a small knock on the door. We were all downstairs already, not far from the entrance. Luda went to open the door. Our front door opened into an entrance hall, about two by two meters, which led into the living room through an open entryway. Luda opened



*Australian Magpie*

the door and saw no one. She then looked down and saw a bird standing by the entrance! It was the bird who knocked on the door! We were all nearby but standing in the living room. Luda moved away. And the bird slowly, in no haste, came in and made a circle around the entrance hall. It was obvious that the bird was terribly nervous. It even relieved itself a little on the floor along the way, out of fear. But it made this journey and went back to the porch. None of us moved. The bird breathed a sigh of relief (this was my interpretation, but it was an obvious one). It then glanced at us again and jumped off the porch. The feat was over. It went to the feeder. And we realized that it showed all the birds that were watching from all sides that this was its place now. The bird claimed it and was now the master. And from that point on, all the other birds waited for it to finish its meal and move away from the feeder. And then the other birds could eat too.

Once again, we see a clearly set goal, a complex and risky plan, and its rigorous implementation. What can we learn from this story about this civilization, the civilization of Australian magpies?

