

Введение

В 1989 году английский подросток по имени Ричард Хилл, один из жителей городка Суиндон, отправился в небольшое путешествие. Он двинулся на север и добрался до Манчестера, где переночевал у друга одного из своих приятелей. На следующий день Энн, мать этого друга, собиралась в Оксфорд и предложила Ричарду подвезти его, поскольку оказалось, что им по дороге. Он согласился.

Во время поездки Ричард упомянул, что живет в одном из близлежащих городков — в Суиндоне.

— Вот как, — отозвалась Энн. — Может быть, вы знаете такого Майкла Брукса? Он как раз живет в Суиндоне. Ему лет двадцать.

Возникла пауза.

— Он помолвлен с моей сестрой, — сообщил Ричард.

— Ну и ну, — удивилась Энн. — Он мой пасынок.

Я не видел мужа Энн — моего отца — примерно с годовалого возраста. Но по чистой случайности мой будущий шурин остановился в доме моего отца. По чистой случайности жена моего отца на следующий день направлялась в ту же сторону, что и путешественник. По чистой случайности в разговоре всплыла тема, вскрывшая эту странную и в чем-то почти пугающую связь между ними.

Наверняка вы тоже можете рассказать что-нибудь подобное. Такие истории упорно сопротивляются попыткам объяснить их, и мы невольно наделяем их каким-то глубоким смыслом. Мы, Ричард, Энн и я (кстати, мы теперь регулярно общаемся — как раз благодаря тому случайному событию), до сих пор не знаем, какой вывод сделать из этого необыкновенного совпадения. Мы относимся к нему серьезно — как к некоему поворотному моменту в нашей жизни. Но вот правильно ли это?

Чтобы ответить на сей вопрос, следует разобраться, что же такое «случайность». Оказывается, это гораздо труднее, чем может показаться на первый взгляд.

«Каковы шансы..?», «какова вероятность..?». Такие вопросы слышишь каждый день повсюду, где есть люди. Обычно у нас нет ответа — во всяком случае, *правильного*. Али Биназир, автор научно-популярных книг, подсчитал, прикинув вероятность встречи ваших родителей, успешного оплодотворения яйцеклеток и продолжительности жизни человека, что шансы вашего существования составляют якобы 1 из $10^{2685000}$ (как нетрудно догадаться, приведенное число — единица с 2 685 000 нулями).

Такая вероятность кажется на первый взгляд очень впечатляющей. Возникает чувство ужаса, трепета и восторга. Но все это чушь. Вы — результат всех этих событий, происходящих *на самом деле*, каковы бы ни были шансы для двух случайно выбранных людей полюбить друг друга или для определенного сперматозоида оплодотворить определенную яйцеклетку. То же самое касается и всех других людей на планете. Нет какого-то набора людей, которые *не* рождаются, так что нет и никакого способа вычислить вероятность вашего успешного появления на свет и дальнейшего существования. Мне очень неприятно вас разочаровывать, но вы никакое не чудо, что бы там ни утверждал Биназир. Вы просто звено в длинной цепочке событий.

Впрочем, нельзя отрицать роль случайности в нашей Вселенной. В конце концов, именно случай, судя по всему, является самой глубокой и фундаментальной основой законов физики. Как следует взгляните в то, как устроен мир, — и вы обнаружите, что имеете дело с квантовой теорией. Она описывает мир чрезвычайно малых штук, из которых состоит материя. Атомы, электроны, протоны (и кварки — составные части протона) подчиняются законам квантовой физики. А эти законы во многих смыслах «беззаконны». По сути, в основе квантовой теории не лежат причинно-следственные связи. К примеру, если я измеряю такое квантовое свойство как спин электрона, спин может оказаться положительным или отрицательным. Но результат каждого отдельного измерения совершенно непредсказуем: он ведет себя как случайная величина. Одно из самых известных крылатых высказываний в науке — реакция Эйнштейна на этот факт, его отказ поверить, что Вселенная и в самом деле действу-

ет именно так. Некогда он сказал физику Нильсу Бору: «Бог не играет в кости».

Ответ Бора блистателен. Он пожурил Эйнштейна: мол, напрасно вы указываете Богу, что ему делать. Бор прав: не следует доверять нашему интуитивному ощущению, что всякое следствие обязано иметь причину. Такое представление постепенно сформировалось у человека на протяжении тысячелетий — из-за необходимости выживать во враждебной среде. Нашим предкам легче было существовать, предполагая, что вон тот куст шевелится, потому что за ним прячется готовый к прыжку тигр, ведь не могут же листья дрожать просто так, без всяких оснований. Действия, направленные на то, чтобы избежать опасности, не всегда бывают необходимы, но «береженого Бог бережет».

По тем же самым причинам случайность обезоруживает нас, вынуждая придавать значение событиям, которые никакого значения не имеют. Мы наивно дивимся тому, что у двух человек, встретившихся на вечеринке, совпадают дни рождения. Возникает все тот же вопрос: «Какова вероятность..?». Но если в комнате 23 человека или больше, общий день рождения — со статистической точки зрения вещь вполне вероятная.

Предупреждение: если вы станете прилюдно изображать из себя специалиста по статистике дней рождения, это не сделает вас душой компании. Видите ли, серьезная работа со случайностью требует нешуточных умственных усилий, а на праздничных сборищах они требуются редко. Однако случайность не всегда связана с напряженными размышлениями: она порой способна привести к удовольствиям и даже к неожиданному успеху.

Разберитесь, как человеческий мозг оперирует со случайностью, — и вы, возможно, станете чемпионом мира по такому виду спорта, как «камень-ножницы-бумага». Познакомьтесь с ее математическими законами — и вы сможете зарабатывать, делая ставки в футбольном тотализаторе, независимо от того, кто победит в матче. Возможно, вам даже удастся обыгрывать казино — по крайней мере, некоторое время. Погрузитесь в мифы о прирожденных счастливицах или о родившихся под несчастливой звездой (и оттого обреченных страдать) — и вы обнаружите, что способны сами ковать собственную удачу.

Шекспировский Ромео, типичный невезучий влюбленный, считал себя «шутком судьбы», игрушкой провидения. Но уче-

ные не сидят сложа руки, праздну ожидая, чтобы судьба сделала их достойными Нобелевской премии. Они упорно повышают свои шансы, анализируя счастливые случайности, и в работе — за письменным столом или в лаборатории — делают все, чтобы с наибольшей вероятностью натолкнуться на новые открытия. Похоже, следует весьма серьезно воспринимать утверждение Луи Пастера: «Случай благоприятствует лишь подготовленному уму».

Наверное, серьезнее всего элемент случайности применяется в суде. Если вы когда-нибудь входили в число присяжных, вы наверняка испытывали не очень-то приятное чувство: вы принимаете решение, способное изменить жизнь человека (правда, тут есть небольшое утешение: речь всегда идет о жизни кого-то другого), на основе куда меньшего количества информации, чем вам хотелось бы. Судебные дела редко бывают очевидными: часто вердикт присяжных зависит от представлений членов жюри о возможности и вероятности. И здесь наш примитивный мозг, опять-таки, зачастую подводит нас. Даже судебные эксперты иногда трактуют случайность неправильно. Неудивительно, что сейчас юристы предпринимают такие усилия для того, чтобы преобразовать процедуру работы со случайностью.

На последующих страницах вы найдете рассказы об этих и многих других совершающихся сейчас кардинальных преобразованиях. К примеру, вы прочтете о возможностях взбунтоваться против устоявшихся структур цифрового мира и вернуть в вашу жизнь немного остроты и непредсказуемости. Вы научитесь использовать неожиданность как оружие и даже узнаете, как лучше всего искать потерянные ключи от машины. Попутно вам, быть может, придется столкнуться с вопросом о свободе воли (обладаете ли вы такой свободой?) и о том, является ли будущее Вселенной чем-то заранее предопределенным или же тут сплошная неопределенность. Но в итоге у вас наверняка сложится понимание тех событий, случаев и случайностей, которые вас сформировали: эти события тянутся в прошлое очень далеко — до первых моментов после Большого Взрыва.

Случайность — повсюду. И так было всегда. Она таилась в первичных квантовых флуктуациях, которые привели к возникновению Млечного Пути. Она породила неожиданную генетическую мутацию, которая дала мозгу первых людей доступ к неви-

данным запасам глюкозы, питающей мышление. Возможно, она даже сыграла свою роль в том, что эта книга сегодня оказалась у вас в руках. Может быть, ваш друг или любимый человек вдруг ни с того ни с сего решил вам ее подарить. А может, вы сами ее купили, потому что опоздали на поезд, забрели в зал ожидания на вокзале и нашли оставленную кем-то газету с положительной рецензией. А может, вы наткнулись на эту книгу, бродя между шкапами в книжном магазине или в библиотеке. На самом деле это не очень-то важно. Важно то, что вы ухватились за этот шанс и начали читать. Вам предстоит настоящее пиршество для ума, и есть вероятность, что это будет как раз один из этих неожиданных счастливых случаев — один из поворотных моментов, меняющих все. И если случай действительно благоволит подготовленному уму, считайте, вам повезло.

Майкл Брукс

Глава 1

Нам посчастливилось оказаться здесь

СЛУЧАЙНЫЕ СОБЫТИЯ — ОТ БОЛЬШОГО ВЗРЫВА ДО РОЖДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА КАК ВИДА

Начнем наше изучение случайности с рассмотрения цепочки случайных событий от образования Вселенной к возникновению человеческих существ вроде нас с вами. Разумеется, нет никого, кто бы в точности на вас походил. Вы когда-нибудь, глядя на сестру или брата, задумывались над тем, откуда взялась разница между вами? Возможно, вы и обладаете общими генетическими корнями, но вы не полностью идентичны, даже если вы близнецы. Разного рода случайные повороты привели к тому, что вы совершенно уникальны. Похоже, то же самое верно и в отношении эволюции человека и человеческой жизни. Речь идет о необычайном путешествии, полном поразительных флуктуаций. Вселенная не обязана была производить материю, не говоря уж о создании планеты с достаточно стабильным климатом, подходящим для появления жизни. Более того, жизнь (особенно сложная, многоклеточная) тоже не должна была появиться. То же самое касается и биологических видов. И когда мы доберемся до рассказа о случайных мутациях, которые сделали человека таким, каким он стал, вы наверняка будете лишь тихо изумляться: как же нам всем повезло оказаться в числе существующих на Земле объектов.

КОСМИЧЕСКАЯ ЛОТЕРЕЯ

Начнем с самого начала. Стивен Баттерсби и Дэвид Шига как раз готовы объяснить наше космологическое везение. Оказывается, вся наша Вселенная — просто выверт судьбы, флуктуация!

Можно лишь гадать, какие космические совпадения предшествовали зарождению нашей Вселенной. Достаточно сказать, что примерно 13,82 миллиарда лет назад (плюс-минус иоктосекунда*) космос решал, каким он станет, когда вырастет.

«Я стану гораздо больше»: видимо, он подумал именно так, если верить самой популярной модели ранних стадий существования Вселенной. Согласно теории расширяющейся Вселенной (инфляционной модели), новорожденную Вселенную пронизывало так называемое инфляционное поле. Оно вызвало экспоненциальное расширение космоса в течение примерно 10^{-32} с, сделав его плоским и однородным.

Это неплохо объясняет некоторые характеристики нашей Вселенной, которые плохо поддавались трактовке. Но самое любопытное здесь то, что инфляционное поле, пусть и практически однородное, не было совершенно идентичным для каждого кусочка пространства. Причина этого — случайные квантовые флуктуации: они делали пространство чуть более плотным в одном месте и чуть менее плотным — в другом. Тут нам повезло: полная однородность сделала бы Вселенную совсем другой, неинтересной и почти наверняка безжизненной. Случилось так, что один из этих случайных микроскопических квантов шума, усиленных гравитацией, в итоге вырос в гигантское сообщество галактик и их скоплений, именуемое Сверхскоплением Девы. Среди множества его участков — малопримечательный всклокоченный куст, который мы именуем локальной группой. В ней-то и располагается Млечный Путь — наш дом.

Мы знаем все это благодаря тому, что астрономы, вглядываясь в глубины космоса, способны различить пестрый узор космического фонового микроволнового излучения. Это своего рода моментальный снимок процесса роста и объединения, в ходе ко-

* 1 иоктосекунда = 10^{-24} с. (Здесь и далее прим. перев.)

торого первые стабильные атомы образовались спустя примерно 380 тысяч лет после Большого взрыва. Вариации в этом узоре кажутся совершенно случайными и произвольными. Большинство физиков полагают, что породившие сей узор квантовые флуктуации не имели под собой вообще никакой причины. Иными словами, среди всех счастливых случаев этот — наиболее случайный.

Потом появилась материя. Весьма необычайным кажется уже то, что она вообще существует: космос легко мог бы обойтись без нее. Тогда он просто представлял бы собой скучный океан излучения. Дело в том, что после первоначального расширения Вселенная все же продолжала оставаться невообразимо горячей и плотной. Она была наполнена частицами материи и антиматерии — электронами, позитронами, кварками, антикварками и другими. И все они сновали в ней без всякой определенной цели. Стабильные союзы между частицами, способные породить звезды, планеты и жизнь, возникнут лишь где-то в отдаленном будущем. И, что тревожнее всего, частицы материи и антиматерии присутствовали в этой смеси в равных количествах (как могло бы показаться проходящему мимо наблюдателю). А значит, ситуация была очень опасная.

Если верить стандартным теориям, вещество и антивещество появились после Большого взрыва в одинаковых количествах. Поскольку при контакте они взаимно аннигилируют, порождая пары фотонов высокой энергии, в сегодняшнем космосе должно было бы существовать лишь одно совершенно неинтересное излучение. Для того чтобы мы с вами могли существовать, что-то — материя или антиматерия — должно было победить: нельзя создать планету или человека из света.

К счастью, было нечто, которое, судя по всему, благоприятствовало созданию материи в самый критический момент — в первые мгновения после Большого взрыва. Небольшого избытка материи по отношению к антиматерии (всего одной лишней частицы вещества на миллиард) было достаточно, чтобы в конце концов привести к сегодняшнему положению дел, когда во Вселенной так много материи. Но как же мог возникнуть такой дисбаланс?

Хотя в некоторых взаимодействиях элементарных частиц и наблюдается своего рода диспропорция в пользу материи, она все же слишком незначительна, чтобы создать даже столь неболь-

шое преимущество. Поэтому физики предполагают, что в ранней Вселенной должен был возникнуть какой-то более сильный дисбаланс (как следствие пока неизвестных процессов, лежащих за пределами Стандартной модели физики частиц), где доминировали частицы с высокими энергиями.

Сейчас многие ученые все больше подозревают, что такая сверхфизика могла быть изменчивой, различной в разных вселенных, и, похоже, нашей с вами маленькой Вселенной здорово посчастливилось — ей удалось-таки приобрести запасец материи, тогда как многие другие миры превратились в безжизненные пустыни, где царит лишь излучение.

Материя — не единственная потенциальная жертва столь изменчивой и прихотливой физики. Такие процессы могут приводить и к формированию сверхплотных вселенных, схлопывающихся в черные дыры, и к возникновению миров, пронизанных темной энергией, которая быстро разрывает все существующие структуры. С этой точки зрения кажется действительно очень редким событием появление вселенной, где в конце концов возникли условия, благоприятные для жизни человека.

Следующее космическое событие — пришествие небесного огня. Итак, в нашей Вселенной материя победила, и наш мир стал остывать. Вскоре начали формироваться стабильные атомы и молекулы. Спустя 100 миллионов лет возникли первые звезды — гиганты из водорода и гелия. Они жили быстро и умирали молодыми, в мощнейших взрывах, засеивавших космос более тяжелыми элементами, которые, в свою очередь, становились ингредиентами других звезд, а также галактик. Но Солнечная система не возникает сама по себе.

Лишь примерно через 9 миллиардов лет после Большого взрыва в нашем уголке космоса оказалось большое количество водорода, гелия и межзвездной пыли. Но если они планировали не только висеть в пространстве, но и делать что-то еще, требовалось нечто большее: искра, которая воспламенила бы эти облака инертных газов.

В конце концов такая искра вспыхнула. Ключ к ее происхождению таится в метеоритах. В отличие от родных камней нашей планеты, которые часто плавятся и перемешиваются, метеориты остаются практически неизменными после того, как они сконденсировались при формировании Солнечной системы.

Метеориты хранят в себе химические особенности этих далеких тысячелетий.

Так, в метеорите, найденном в 2003 году в индийском Бишунпуре, ученые обнаружили большое количество железа-60 — радионуклида, который в ходе радиоактивного распада превращается через несколько миллионов лет в стабильный никель-60. Поскольку нуклид железо-60 является таким (относительно) короткоживущим, в межзвездном газе обычно содержатся лишь следовые его количества. Высокое содержание этого нуклида в Бишунпурском метеорите позволяет предположить, что Солнечная система сформировалась из гораздо более богатой смеси.

Можно выдвинуть два объяснения. Первое: эту смесь обогатила какая-то сверхновая, находящаяся неподалеку. Вспышки сверхновых — в числе немногих космических процессов, о которых известно, что они порождают большое количество тяжелых радиоактивных изотопов, таких как железо-60. Ударная волна от такого взрыва могла бы запустить процесс образования Солнца и планет, сжимая первичное газовое облако.

Второй вариант: зарождение Солнечной системы происходило по более мягкому сценарию. Красный гигант достаточного размера способен посоперничать со сверхновой по части производства железа-60 и других радиоактивных элементов в соотношении, отвечающем составу исследуемого метеорита. Эти элементы могли образоваться в глубинных слоях звезды; затем конвекционные потоки вынесли бы их на поверхность, после чего они попали бы в пространство как часть могучего звездного ветра, который всколыхнул бы и все газовые облака, оказавшиеся рядом.

По мнению большинства астрономов, вспышка сверхновой — объяснение самое вероятное. Но будь то звездный взрыв или звездный выброс, помните: наше Солнце — просто наиболее очевидная звезда из тех, которым мы должны быть благодарны за наше существование. Однако не следует забывать и о других, менее знаменитых. Они тоже сыграли свою роль.

Далее в нашем списке флуктуаций и возмущений — образование Луны. Она возникла благодаря тому, что Солнечная система, где оказалась новорожденная Земля, являлась средой нестабильной, полной каменных глыб, летавших там и сям по нерегулярным орбитам. Примерно 4,5 млрд лет назад одна из таких

громадин, размером примерно с Марс, врезалась в нашу планету. В результате и возникло привычное нам положение вещей. Часть врезавшегося материала присоединилась к Земле, а остальное выбросило на орбиту вместе с кусками Земли, вырванными при столкновении. Там из них и образовалась Луна.

Событие это не кажется таким уж значительным. Однако на самом деле произошла очень важная вещь: возник спутник аномально большого размера по отношению к материнской планете. В Солнечной системе такого больше нет: все прочие спутники планет — сравнительно небольшие тела, либо постепенно слипшиеся из орбитальных обломков, либо захваченные гравитационным полем планеты.

За пределами Солнечной системы это явление тоже встречается редко. Наблюдения, сделанные при помощи космического телескопа «Спитцер», показывают, что масштабные столкновения в других звездных системах порождают огромное количество пыли. И хотя удалось обнаружить несколько таких пылевых систем, столкновения, чьей мощности хватит для того, чтобы породить что-нибудь вроде Луны, происходят, судя по всему, лишь в 5–10% солнечных систем. А доля случаев, когда такое действительно произошло, значительно меньше даже этой величины.

Почему это вообще важно? Потому что размер Луны позволяет ей служить гравитационным подспорьем, позволяющим стабилизировать угол наклона земной оси. Это предотвращает резкие изменения в характере нагрева Солнцем поверхности нашей планеты. Такие изменения могли бы привести к мощным климатическим скачкам, в том числе и к частым периодам, когда вся планета замерзает. Для нас это не пустяк. Не будь Луны, наклон земной оси претерпевал бы существенные изменения, и тогда вряд ли возникли бы условия для появления сухопутных многоклеточных.

Своим возникновением жизнь обязана и еще одному случайному астрономическому событию — бомбардировке планеты небесными камнями. Это событие произошло около 3,9 млрд назад и впоследствии получило название поздней тяжелой бомбардировки (последней метеоритной бомбардировки). Причины этого неожиданного космического бильярда до сих пор не вполне ясны. Вероятнее всего, его спровоцировало сложное гравитационное взаимодействие между четырьмя гигантскими планетами Сол-

нечной системы — Юпитером, Сатурном, Ураном и Нептуном. Небольшие сдвиги орбит Сатурна и Юпитера постепенно привели к тому, что период обращения Сатурна вокруг Солнца стал ровно вдвое больше периода обращения Юпитера. Этот «гравитационный резонанс» перетряхнул орбиты всех четырех громадных планет и заставил оказавшиеся поблизости кометы и астероиды устремиться во внутренние области Солнечной системы.

Поздняя тяжелая бомбардировка создала на Земле чрезвычайно негостеприимные условия. «Представьте себе озера расплавленной породы площадью с нынешнюю Африку», — говорит Стивен Мойжис, геолог из Колорадского университета в Боулдере. Но после остывания кратеры от этих столкновений стали бы идеальными местами для зарождения жизни, замечает Чарлз Кокелл, астробиолог из Эдинбургского университета. Остаточное тепло стимулировало бы химические реакции в теплой воде, окружавшей камни.

А если жизнь к этому времени уже зародилась, такое событие изменило бы весь ход эволюции, уничтожив все микроорганизмы, кроме наиболее жаростойких, говорит Мойжис. Он добавляет: «Такова уж история всего живого — массовое вымирание приводит к новым моделям поведения».

Вот мы с вами кто — маленькие существа на маленькой планете, которая вращается вокруг неприметной звездочки в довольно заурядной галактике на ничем не выдающемся участке невероятно обширной вселенной. Как мы появились? Благодаря случайности.

АЛГОРИТМ ЖИЗНИ

После всех этих событий Земля оказалась готова для появления жизни. Но тут встает другой вопрос: а должна ли была жизнь появиться? Пол Дэвис занимается этим вопросом на протяжении почти всей своей научной карьеры. Он полагает, что ответ кроется в неожиданной сфере — информатике.

Одни ли мы во Вселенной? Иными словами, широко ли в ней распространена жизнь? Для науки этот вопрос очень важен. Специалисты (с переменным успехом) ищут подобные Земле планеты, вращающиеся вокруг других звезд, главным образом

как раз потому, что надеются обнаружить там инопланетную жизнь. Многие предполагают, что жизнь в землеподобных условиях неизбежно должна возникнуть: эта позиция называется биологическим детерминизмом. Впрочем, нелегко отыскать аргументы в ее поддержку, исходя из известных нам законов физики, химии или биологии. Если полагаться лишь на эти законы в попытке объяснить устройство и работу Вселенной, логично заключить, что жизнь могла возникнуть лишь благодаря удачному стечению обстоятельств, а значит, крайне маловероятно найти ее где-то еще.

Однако тем, кто надеется когда-нибудь встретиться с инопланетянами, отчаиваться не следует. Исследования все-таки могут подтвердить теорию биологического детерминизма, тем самым резко повысив наши шансы отыскать соседей по космосу — хоть где-нибудь.

В 1953 году Гарольд Ури и Стэнли Миллер из Чикагского университета попытались воссоздать в пробирке то, что они считали условиями первозданной Земли. Они обнаружили, что аминокислоты (строительные блоки белков) — часть химического месива, которое образуется, когда электрический разряд пропускают через смесь газообразного метана, аммиака, паров воды и водорода. Эксперимент Миллера–Ури провозгласили первым шагом на пути создания жизни в лаборатории. Многие химики считали, что жизнь — конечный пункт долгой дороги, по которой на протяжении длительного времени неумоимо движется химический суп, пронизываемый потоками энергии.

Однако эта идея быстро натолкнулась на ряд проблем. Построить кирпичики жизни легко — аминокислоты обнаруживали в метеоритах и даже в космосе. Но сами по себе кирпичики еще не составляют дом. Точно так же и случайный набор аминокислот не составляет живое существо. Подобно кирпичам дома, строительные компоненты жизни нужно собирать в целое весьма определенным и чрезвычайно сложным образом, прежде чем они обретут нужную функцию. Чтобы образовать белки, множество аминокислот должны соединяться в длинные цепочки в определенном порядке. С энергетической точки зрения это процесс движения «в горку».

Само по себе это еще не проблема: на древней Земле протекало множество различных энергетических процессов. Штука в том,

что подрыв кучи кирпичей динамитом не даст в результате дом. Точно так же и простое глупое вбрасывание энергии в кучу аминокислот не приведет к образованию сложно устроенных молекулярных цепочек со строго определенной последовательностью звеньев. Скорее всего, мы получим просто какую-то смолистую жижу.

Систему необходимо подпитывать энергией каким-то особым и изощренным образом. В живом организме этот процесс контролируется молекулярной аппаратурой клетки, и специфика здесь чрезвычайно сложна. Однако в первичном химическом супе, где намешана масса всего, аминокислотам пришлось бы полагаться исключительно на удачу. Сами аминокислоты могли появиться на ранних этапах развития природы, но этого явно нельзя сказать о крупных и высокоспециализированных молекулах, таких как белки.

Теперь-то мы понимаем, что тайна жизни кроется не в базовых химических ингредиентах как таковых, а в логической структуре и организации молекул. Поэтому ДНК можно представить себе как генетическую базу данных, а гены — как инструкции по производству белков (оптимизированных для выполнения конкретных задач) и, косвенным образом, других биомолекул. Подобно суперкомпьютеру, жизнь является системой обработки информации, а это подразумевает особый тип организованной сложности. Главная загадка — не «железо», а «софт», то есть информационное содержание живой клетки.

Лучшая иллюстрация вычислительной мощи живого — генетический код. В основе всей известной нам жизни лежит своего рода соглашение между нуклеиновыми кислотами и белками — двумя классами молекул, которые с химической точки зрения — лишь дальние родственники, едва знакомые друг с другом. Нуклеиновые кислоты ДНК и РНК хранят в себе инструкции, а белки выполняют основную часть работы. Совместно эти молекулы творят множество чудес жизни, но сами по себе они беспомощны. Для выработки белков нуклеиновые кислоты привлекают умного посредника, дабы сформировать канал передачи зашифрованной информации.

Вот как это делается. ДНК, знаменитая двойная спираль, построена как веревочная лестница с четырьмя различными типами ступенек. Информация хранится в последовательностях этих

звеньев, подобно тому, как привычные нам инструкции хранят информацию в виде цепочек букв. Белки строятся из 20 различных аминокислот, причем для создания каждого определенного белка нужно, чтобы определенные аминокислоты соединились друг с другом в определенном порядке.

Для перевода информации, изложенной при помощи четырехбуквенного алфавита ДНК, в 20-буквенную систему, используемую белками, все известные нам живые существа Земли применяют один и тот же код. Когда мы говорим о неизбежности (или, наоборот, о случайности) возникновения жизни, ключевой вопрос — каким образом появилась столь изобретательная система шифрования. Как безмозглые атомы сумели спонтанно написать собственный софт? И откуда взялась эта весьма особенная форма информации, нужная для того, чтобы запустить первую живую клетку на Земле?

Ответа никто не знает. Традиционно ученые, занимающиеся этой проблемой, делятся на два лагеря. В одной группе — те, кто верит, что все произошло случайно: иными словами, жизнь возникла в результате изумительной химической флуктуации. Нетрудно прикинуть, какова вероятность того, что в химической смеси, составившейся произвольным образом, определенные молекулы случайно выстроились в сложную структуру, необходимую для появления жизни. Вероятность этого процесса ничтожна мала. Если жизнь, какой мы ее знаем, возникла благодаря случайности, такое могло произойти лишь один раз во всей наблюдаемой Вселенной.

Напротив, биодетерминисты полагают, что фактор случайности здесь вторичен и нужные виды молекул послушно возникают в результате действия законов природы. Так, Сидни Фокс, американский пионер биогенеза, утверждал, что химия предпочитает соединять аминокислоты точно в тех комбинациях, какие нужны для того, чтобы они приобрели биологические функции. Если это так, значит, в природе словно существует некая изначальная предвзятость (или даже заговор), направленная на создание веществ, которые благоприятствуют возникновению жизни. Но можно ли всерьез полагать, будто законы физики и химии содержат в себе наброски жизни? И каким образом ключевая для всего живого информация может быть зашифрована в этих законах?

Чтобы попытаться ответить на сей вопрос, необходимо углубиться в размышления о самой природе той информации, которая лежит в основе всего живого. Вот одно важное наблюдение: богатая информацией структура обычно лишена четкого рисунка. Наиболее ясно это свойство иллюстрирует одна из отраслей математики — алгоритмическая теория информации. Ее задача — количественная оценка сложности информации с помощью подхода, при котором информацию воспринимают как результат работы компьютерной программы или алгоритма.

Представим себе такую бинарную последовательность: 10101010101010101010... Ее можно получить, дав простую команду: «Печатать 10 n раз». Инструкции на входе значительно короче цепочки, которую мы получаем на выходе. Это служит отражением того факта, что результат содержит повторяющийся узор, который легко описать компактно. Поэтому данный результат содержит чрезвычайно мало информации.

Однако случайную с виду последовательность (к примеру, 110101001010010111...) нельзя свести к простому набору инструкций, содержание информации в ней велико. Если работа ДНК заключается в эффективном хранении информации, будет лучше, если последовательность «ступенек» не будет содержать слишком уж много «узоров», ибо они отражают информационную избыточность. Биохимики подтверждают такое ожидание. Геномы организмов, которые уже удалось секвенировать, по большей части выглядят как произвольные наборы знаков, случайным образом составленные с использованием четырех генетических букв.

Такая беспорядочная природа геномных последовательностей идет вразрез с принципами биологического детерминизма. Законы физики можно использовать для предсказания упорядоченных структур, но не структур случайных. К примеру, кристалл — просто определенный набор определенных атомов с периодичной структурой, подобный повторяющейся бинарной последовательности, которую мы приводили выше. А значит, он не несет в себе практически никакой информации. Конструкция кристаллов встроена в законы физики, поскольку их периодические формы определяются математическими симметриями, присущими этим законам. Однако случайные последовательности аминокислот в белках или звеньев лесенки ДНК не могут быть

«встроены» в законы физики — как и возводимые нами здания не могут быть жестко встроены лишь в эти законы.

И в законы химии они не могут быть встроены. Простую иллюстрацию этого факта можно вывести непосредственно из рассмотрения структуры ДНК. Каждое звено этой веревочной лестницы состоит из двух сегментов, которые, подобно ключу и замку, плотно соединяются друг с другом. В конечном счете именно химия определяет и природу связей, удерживающих вместе эти сегменты, и те силы, которые прикрепляют их к боковинам лестницы. Однако между ступеньками лестницы, следующими друг за другом, химических связей нет. Химии нет дела до порядка следования этих звеньев, и жизнь вольна менять этот порядок как ей заблагорассудится. Подобно тому, как последовательность букв в руководстве по эксплуатации не зависит от химии бумаги и чернил, «буквы» ДНК (из которых и складывается информация) не зависят от химических свойств нуклеиновой кислоты. Именно эта способность жизни освобождаться от строгих химических ограничений придает ей такую силу, гибкость и изменчивость. Биологический детерминизм подразумевает существование химической смирительной рубашки, которая не усиливала бы творческий потенциал жизни, а лишь сдерживала бы его развитие.

Если жизнь, по сути, отражает такой вот побег от химии, явно не следует обращаться к химии, пытаясь объяснить жизнь. Но где же еще может таиться объяснение? В основе жизни лежит в конечном счете сложный и комплексный процесс обработки информации, так что имеет смысл поискать ответ в области теории информации и теории сложности.

Раз уж биологическая информация не зашифрована в законах физики и химии (по крайней мере, в тех, что сейчас нам известны), откуда она вообще берется? Похоже, все специалисты сходятся во мнении, что информация не может возникать спонтанно (возможно, за исключением особого случая — Большого взрыва). А значит, информационное содержание живых систем должно каким-то образом браться из окружающей их среды. Хотя нам не известны законы физики, способные создавать информацию из ничего, мог бы иметься некий принцип, позволяющий объяснить, как информацию можно брать из среды и накапливать в макромолекулах.

Один из способов сделать это — дарвиновская эволюция. Жизнь на Земле начиналась с простых организмов, обладающих короткими геномами с относительно низким содержанием информации. Более сложные организмы обладают более длинными геномами, где хранится больше информации. Эта дополнительная информация перетекала из среды в геномы благодаря процессу естественного отбора: когда идет отбор среди различных геномов (по степени «приспособленности», которую они дают своим носителям), приобретается информация. Так что дарвинизм может объяснить, каким образом организмы приобретают информацию. Но дарвинизм вступает в дело, лишь когда жизнь *уже* появилась. Как апеллировать к естественному отбору на пребиотической стадии развития Земли?

По мнению некоторых биохимиков, ответом служит нечто вроде молекулярного дарвинизма. Представьте себе молекулы, которые копируются в своего рода химическом супе. Хотя такие простодушно множащиеся молекулы могут не соответствовать интуитивному определению живого, имеющемуся у большинства людей, они все же могут проходить некую разновидность дарвиновской эволюции, если им свойственна изменчивость и если они проходят отбор. Сторонники этой теории (насквозь дарвиновской) полагают, что первая такая реплицируемая молекула была достаточно проста, чтобы образоваться по чистой случайности.

Загвоздка в том, что знакомые нам крупные самовоспроизводящиеся молекулы — лишь те, которые использует живое. Крайне маловероятно, чтобы ДНК могла образоваться лишь благодаря случаю. Даже РНК, ее более простую родственницу, трудно заставить образовывать достаточно длинные цепочки, обладающие биологической действенностью. А более короткие молекулы нуклеиновых кислот склонны давать больше погрешностей при репликации. Если доля ошибок становится чересчур высокой, утечка информации происходит быстрее, чем ее приобретение путем отбора, и эволюция буксует. Молекула, склонная к ошибкам при копировании, будет не накапливать информацию, а терять ее.

А значит, для того чтобы молекулярный дарвинизм заработал, природа должна ухитриться предоставить молекулы-репликаторы достаточно простые, чтобы они могли образоваться

случайно, но при этом достаточно хитро устроенные, чтобы воспроизводиться достаточно точно и при этом с огромным набором вариаций (также представляющих собой хорошие репликаторы): только на таких условиях с ними сможет иметь дело естественный отбор. Это не обязательно должны быть нуклеиновые кислоты. Но для объяснения жизни, какой мы ее знаем, они должны в конце концов породить нуклеиновые кислоты и передать им функцию самовоспроизводства.

Получается, молекулярный дарвинизм все-таки протаскивает элементы биологического детерминизма. Мало того что законы природы должны допускать существование молекул, обладающих всеми перечисленными свойствами, вдобавок эволюционный маршрут, по которому идет популяция репликаторов, должен приводить к созданию нуклеиновых кислот. А иначе жизнь, какой мы ее знаем, оставалась бы чудовищно маловероятной флуктуацией.

Значит, приходится сделать вывод, что жизнь — результат чрезвычайно маловероятного химического происшествия, случайного события, уникального для нашей Вселенной? Не обязательно. Какая-то разновидность биологического детерминизма все-таки может оказаться справедливой, даже если жизнь не вписана в известные нам законы физики, химии и эволюционной теории. Не исключено, что эти законы отвечают за жизненное «железо» (то есть за ее сырье), но необходимый для нее «софт», то есть информационная составляющая, берет начало в законах информационной теории.

Само понятие «информация», пожалуй, довольно-таки расплывчато, хотя это обычное дело для молодых наук. Два столетия назад столь же туманным понятием была энергия. Ученые интуитивно признавали ее как нечто существенное для физических процессов, но этим представлениям недоставало математической четкости. Сегодня мы рассматриваем энергию как реальную и фундаментальную количественную величину, поскольку наука в ней хорошо разобралась. А вот информация продолжает нас озадачивать — отчасти из-за того, что она предстает в разных обличьях в великом множестве областей науки. В теории относительности, например, информации запрещено распространяться быстрее света. В квантовой механике состояние системы описывается по максимуму содержащейся в ней информации. В термо-

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно
в интернет-магазине «Электронный универс»
(e-Univers.ru)