НЕОТРИЦАЕМОЕ

БИЛЛ НАЙ

НАШ МИР И ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ

Annotation

Билл Най – инженер, телеведущий популярных научных передач («Билл Най – научный парень») и директор Планетарного общества, занимающегося исследованиями в области астрономии и освоения космоса, а также популяризации науки. В своей книги об эволюции он увлекательно, с юмором, рассказывает о происхождении жизни, появлении новых видов, о дарвиновской теории и свидетельствах ее достоверности, которые мы можем найти в окружающей нас жизни, а также о последних исследованиях в медицине, биологии и генной инженерии.

- Билл Най
  -
  -
  - 1. Вы да я, да эволюция
  - 2. Большие дебаты с креационистами
  - 3. Сотворение мира и второй закон термодинамики
  - 4. Восходящая модель
  - 5. Глубокое погружение в глубокое время
  - 6. К истокам эволюции
  - 7. Ламарк и его ненаследование признаков
  - 8. Мой выпускной и половой отбор
  - 9. Гипотеза Черной Королевы
  - 10. Все собаки – просто собаки
  - 11. Древо жизни – дерево или куст?
  - 12. Биоразнообразие в порядке вещей
  - 13. Палеонтологические летописи и взрывы
  - 14. Мы и массовые вымирания
  - 15. Древние динозавры и испытание астероидом
  - 16. Прерывистое равновесие
  - 17. Непредвиденные обстоятельства, бутылочное горлышко и основатели видов
  - 18. Комары в подземке
  - 19. Конвергенция, аналогия и гомология
  - 20. Какой прок от полукрыла?
  - 21. «Пригодное» тело человека – и танцует, и поет
  - 22. Эволюция – причина в нее не верить

- 23. Микро или макро – все это эволюция
- 24. Майкл Фарадей и радость открытия
- 25. Мы и медицина – эволюция в кабинете врача
- 26. Устойчивость к антибиотикам – эволюция наносит ответный удар
- 27. Неутолимая жажда альтруизма
- 28. Игры, в которые играют виды
- 29. Драгоценные сигналы
- 30. Генетически модифицированные продукты – это что за ГМО?
- 31. Клонирование человека – это не круто
- 32. Цвет нашей кожи
- 33. Человек все еще эволюционирует?
- 34. С точки зрения астробиологии: есть там кто-нибудь?
- 35. Искра, с которой все началось
- 36. Второе начало жизни?
- 37. Космический императив жизни
- Благодарности

- notes
  - 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
  - 6
  - 7
  - 8
  - 9
  - 10
  - 11
  - 12
  - 13
  - 14
  - 15
  - 16
  - 17
  - 18
  - 19
  - 20

Билл Най
Неотрицаемое. Наш мир и теория эволюции

William S. Nye
Undeniable: Evolution and the Science of Creation

© William S. Nye, 2014
© ООО «Кучково поле», издание на русском языке, 2016

*** * ***

Всем любителям естественных наук с пожеланием счастливого пути и бесконечной радости открытий

1. Вы да я, да эволюция

Думаю, все началось с пчел. Мне было лет семь, и я наблюдал за ними весь день напролет. В то воскресенье я прочел колонку Рипли «Хотите верьте, хотите нет»[1] в Washington Post, в которой говорилось следующее: «Шмель является поистине аэродинамическим недоразумением: его размер, форма и размах крыльев не приспособлены к полету». Такое заявление немало меня озадачило – вокруг было полно летающих шмелей и пчел. Тогда я решил рассмотреть их поближе. Пчелиные крылышки выглядели как украшение на первый взгляд не более полезное, чем бантик на подарочной упаковке. Я пригляделся к маминым азалиям – надо же, сколько мелких деталей! И ведь каким-то образом пчелы умудрялись пробраться сквозь эту кипу причудливых лепестков, попасть внутрь, заполнить свои корзиночки пыльцой и улететь обратно – и так повторялось снова и снова.

Как же пчелы научились этому? Откуда они взялись? А как появились цветы? И, если подумать, сами-то мы откуда явились? И почему в колонке Рипли была такая очевидная ошибка? На меня обрушилась огромная лавина вопросов. Стремление узнать о природе, о нашем месте и роли в окружающем мире заложено глубоко внутри каждого из нас. Когда я узнал об эволюции и естественном отборе, для меня все наконец встало на свои места.

Все мы знаем об эволюции – хотя бы потому, что у нас есть родители. Многие из нас уже сами стали родителями, у кого-то дети еще только появятся. Каждый день мы можем наблюдать внешние проявления наследственности. К тому же все мы являемся непосредственным воплощением того, что Чарлз Дарвин назвал «происхождением с модификацией», то есть изменения живых существ от поколения к поколению. Представьте себе пищу, выращенную на фермах. На протяжении примерно 12 тысяч лет, используя феномен эволюции, люди имели возможность модифицировать растения с помощью процесса, известного как искусственный отбор. В сельском хозяйстве это называется разведением. Дарвин обратил внимание, что окультуривание растений и одомашнивание животных задействуют тот же самый процесс, который естественным образом проистекает в ходе эволюции, только в данном случае человек его ускоряет. Мы все появились на свет в результате этого естественного процесса.

Стоит осознать – да просто увидеть – как работает эволюция, и сразу же многие привычные аспекты нашей жизни обретают новое значение. Обнюхивания ласковой собаки, зудящий укус комара, ежегодная простуда – это все прямые последствия эволюции. Я смею надеяться, что после прочтения этой книги вы сможете глубже понять и оценить Вселенную и наше место в ней. Мы являемся результатом событий, разворачивавшихся в космосе на протяжении миллиардов лет и приведших к формированию новой уютной планеты, на которой мы теперь и обитаем.

На каждом шагу мы можем наблюдать проявления эволюции – взять хотя бы нашу культуру. Люди не устают восхищаться друг другом, и именно поэтому у нас есть уличные кафе, телевидение и желтая пресса. Мы общаемся, взаимодействуем, стремясь произвести на свет новые поколения нас самих. Люди восторгаются своим телом. Включите первый попавшийся канал телевидения – в любой молодежной передаче вы наткнетесь на рекламу препаратов, помогающих коже выглядеть здоровой, дезодорантов, меняющих естественный запах тела, и средств для волос и макияжа, которые сделают вас более привлекательными для потенциального партнера. А в серьезных новостных программах появится реклама освежителей дыхания, средств для укрепления костей и, конечно, повышения вашей сексуальной активности. Ничего из этого не было бы создано, не будь мы ходящими и говорящими продуктами эволюции.

Мы все похожи, потому что все мы – люди. Правда, все гораздо сложнее. Можно сказать, что любой вид, с которым мы сталкиваемся на Земле, идентичен нам с точки зрения химии. Мы все произошли от одного общего предка. Человек сформирован под воздействием сил и факторов, влияющих на любой другой живой организм, и тем не менее каждый из нас уникален. Среди предполагаемых 16 млн видов на Земле мы единственные имеем возможность осознать процесс, в результате которого появились на свет. С какой стороны ни посмотри – эволюция воодушевляет.

Тем не менее множество людей в разных частях мира – и даже хорошо образованные жители развитых регионов – довольно сдержанно, а порой враждебно относятся к идее эволюции. Даже в таких областях, как Пенсильвания и Кентукки, здесь, в Соединенных Штатах, сама идея эволюции воспринимается многими людьми как нечто подавляющее, странное, страшное и даже угрожающее. И я могу их понять. Этот масштабный процесс разворачивался повсеместно на протяжении миллиардов лет – период, в сравнении с которым продолжительность человеческой жизни кажется попросту ничтожной. Это очень унизительно. Узнав больше об эволюции, я понял, что с точки зрения природы и вы, и я

уже не так значительны. Люди – это всего лишь очередной вид живых существ, изо всех сил старающийся отправить свои гены в будущее, равно как хризантема, ондатра, медуза, ядовитый плющ… и шмель.

Многие люди, всерьез обеспокоенные эволюцией, пытаются воспрепятствовать преподаванию в школах всей концепции происхождения видов путем естественного отбора. Другие и вовсе пытаются задавить эту теорию или подвергнуть сомнениям авторитетные науки, которые ее поддерживают. Государственные образовательные стандарты разрешают преподавание безосновательных альтернатив теории эволюции в Техасе, Луизиане и Теннесси. При этом все сторонники такого обучения живут, наслаждаясь плодами науки и техники (начиная от водопровода и обильного питания до телевидения и Интернета), но старательно избегают изучения эволюции, поскольку это напоминает им о месте человечества в природе и делает человека всего лишь одним из элементов системы. Что происходит с другими видами, происходит и с нами.

Я постоянно говорю о том, какое значение имеет изучение эволюции. Понимание эволюции стало для нас точно таким же научным открытием, как и изобретение типографий, вакцины от полиомиелита, смартфонов. Так же как масса и движение являются основными понятиями в физике, а движение тектонических плит – главным объектом в геологии, эволюция представляет собой *ту самую* фундаментальную идею всей науки о жизни. Эволюция имеет важное практическое применение в сельском хозяйстве, охране окружающей среды, медицине и здравоохранении. Отрицая эволюцию, противники этой теории заставляют нас игнорировать все научные открытия, лежащие в основе современного технологичного мира и дающие нам разнообразные возможности, чтобы, например, перемалывать зерно, накачивать воду, генерировать электричество и транслировать бейсбол.

Богословские возражения против эволюции покоятся на довольно зыбкой почве. Спустя полтора столетия с момента публикации Дарвином труда «*О происхождении видов*», появившегося в 1859 году, многие люди пришли к выводу, что эволюция противоречит их религиозным убеждениям. В то же время во всем мире есть немало тех, кто, придерживаясь глубоких религиозных взглядов, не чувствует конфликта между своими духовными верованиями и научным пониманием эволюции. Таким образом, скептики не только ставят под сомнение науку, но также игнорируют миллиарды мирных верующих по всему миру, ничуть не считаясь с их взглядами.

Я готов признать, что открытие эволюции в некоторой степени

унизительно, но ведь оно значительно расширяет наши возможности. Оно преобразует наше отношение к жизни вокруг нас. Вместо того чтобы оставаться сторонним наблюдателем мира природы, мы становимся его частью. Мы являемся частью процесса; мы – это лучший результат миллиардов лет естественных исследований и разработок.

Честно говоря, меня беспокоят не столько сами отрицатели эволюции, сколько их дети. Мы не можем решать проблемы, стоящие перед человечеством сегодня, без науки как совокупности научных знаний и без научного процесса. Наука – это путь, коим мы познаем природу и находим в ней свое место.

Как и любая другая полезная научная теория, эволюция позволяет делать прогнозы относительно наших наблюдений в природе. Будучи разработанной в XIX веке, теория эволюции эволюционировала к сегодняшнему дню и обрела немало уточнений и дополнений. Некоторые из самых замечательных аспектов теории эволюции были открыты лишь недавно. Все это резко выделяется на фоне теории креационизма, которая предлагает статичный взгляд на мир, взгляд, который нельзя оспорить или проверить экспериментальным путем. И поскольку эта теория не предусматривает прогнозирования, она также не способна привести к новым открытиям, к изобретению лекарственных средств или способов прокормить все население Земли.

Эволюционная теория переносит нас в будущее. Образуя основу для биологии, эволюция отвечает на важные вопросы о возникновении сельскохозяйственных культур и развитии медицинских технологий. Нужно ли генетически модифицировать большую часть наших продуктов? Стоит ли продолжать клонирование и заниматься генной инженерией для укрепления здоровья человека? Эти вопросы не имеют смысла вне эволюционного контекста. Имея инженерное образование, я рассматриваю нападки на эволюцию, которые на самом деле ставят под сомнение всю науку, как нечто большее, нежели вопрос разумности; для меня это личное. Я чувствую, что нам просто необходимо, чтобы сегодняшняя молодежь завтра превратилась в ученых и инженеров и моя страна по-прежнему оставалась мировым лидером в сфере открытий и инноваций. Если мы будем притеснять науку в стране, нам не избежать крупных неприятностей.

Эволюционная теория также переносит нас и в прошлое, предлагая убедительный анализ того, как *совместным и кумулятивным образом* были сделаны великие научные открытия. В каком-то смысле концепцию эволюции можно проследить аж до греческого философа Анаксимандра. В VI веке до н. э., проанализировав окаменелые останки живых существ, он

предположил, что жизнь началась с рыбообразных животных, обитающих в океане. У него не было никакой теории относительно того, как один вид мог породить другой, не было и объяснения тому, как на Земле появилось потрясающее разнообразие биологической жизни. И еще две тысячи лет ничего подобного ни у кого не было. В конце концов, механизм эволюции был практически одновременно открыт двумя учеными: Чарлзом Дарвином и Альфредом Уоллесом.

Вы наверняка немало наслышаны о Дарвине. И, скорее всего, не так уж много знаете об Уоллесе. Он был натуралистом и долгое время занимался изучением флоры и фауны, собирая образцы в путешествиях по бассейну реки Амазонка и в районе, где находится современная Малайзия. Благодаря своим обширным географическим и интеллектуальным исследованиям, Уоллес независимо от Дарвина сформулировал свою теорию эволюции и описал важный аспект эволюционного процесса, который до сих пор нередко называют «эффектом Уоллеса» (подробнее об этом в главе 12). Уоллес считал человека всего лишь одним из элементов огромного мира живых существ. В своей книге «Малайский архипелаг», изданной в 1869 году, он писал следующее: «… деревья и фрукты, не менее, чем различные представители животного царства, появляются на свет не только лишь для использования и удобства человека…» В викторианской Англии такая точка зрения была, по меньшей мере, спорной.

Дарвин стартовал несколько раньше. В 1831 году Уоллесу было всего восемь лет, когда 22-летний Дарвин, будучи весьма энергичным молодым человеком, уже получил замечательную возможность выйти в море на борту «Корабля Его Величества “Бигль”». Молодой ученый осознал, что если люди сумели превратить волков в собак, то новые виды также могут возникать подобным образом, но в естественных условиях. Он также заметил, что численность популяций не может расти до бесконечности, потому что доступные ресурсы в окружающей среде всегда будут ограничены. Дарвин связал эти идеи воедино и пришел к выводу, что живые существа производят больше потомства, чем может выжить. Особи конкурируют в своих экосистемах за ресурсы, а живые существа, которые появились на свет с полезными изменениями, имеют больше шансов на выживание, чем их братья и сестры. Он понял, что процесс естественного отбора, не будучи контролируемым, приводит к увеличению разнообразия живых существ, которое он и собирался наблюдать.

Признавая конвергентные взгляды обоих ученых, в 1858 году коллеги организовали для Уоллеса и Дарвина совместную презентацию их работ на

заседании Лондонского Линнеевского общества. Доклад был основан на очерке Уоллеса и его письме Дарвину, а также на наброске к книге, составленном Дарвином в 1842 году. Революционный эффект совместного выступления не был очевидным для присутствующих на заседании. Томас Белл, президент Линнеевского общества, постыдно сообщил, что в этом году никаких важных научных прорывов сделано не было: «Год, который прошел, в самом деле не был отмечен какими-либо выдающимися открытиями, способными немедля произвести революцию в сфере науки, к которой они относятся…»

Появление работы «О происхождении видов», изданной в 1859 году, стало сенсацией и выставило президента Белла в невыгодном свете недальновидности. Кроме того, появление труда прославило Дарвина куда больше, нежели Уоллеса, – такой расклад сохранился и поныне. То, каким образом Дарвину удалось сформулировать теорию эволюции, по-прежнему вызывает восхищение. «О происхождении видов» – замечательная книга, она и сегодня, полтора века спустя, остается замечательным и понятным сочинением, доступным как в печатном варианте, так и в электронном. В своей книге Дарвин приводит множество примеров эволюции, подробно объясняя механизмы этого процесса, наглядно демонстрируя факты и доказательства.

Эволюция является одной из самых мощных и важных идей, когда-либо возникавших в истории науки. Она описывает всю жизнь на Земле. Она описывает любую систему, в которой существа конкурируют друг с другом за ресурсы, будь то микробы в организме, деревья в тропическом лесу или даже компьютерные программы в компьютере. Она также служит наиболее разумным объяснением истории творения, когда-либо найденным людьми. Если религии расходятся в вопросе творения, им ничего не остается, кроме как спорить и настаивать на своей точке зрения. Если же ученые не совпадают в вопросе эволюции, то они совещаются с коллегами, развивают новые теории, собирают доказательства и приходят к общему, более полному пониманию темы. Каждый вопрос приводит к новым ответам, новым открытиям и новым, более важным вопросам. Наука эволюции так же необузданна, как и сама природа.

Эволюция идет по длинному пути, двигаясь навстречу ответу на универсальный вопрос, возникший в моей детской голове и оставшийся в ней до сих пор: «Откуда мы появились?» Она также идет навстречу другому вопросу, который мы так любим задавать: «Одни ли мы во Вселенной?» Сегодня астрономы находят планеты, вращающиеся вокруг далеких звезд, – планеты, на которых могут быть подходящие условия для

поддержания жизни. Наши марсоходы на Марсе ищут следы воды и жизни. Мы планируем миссию по изучению океана спутника Юпитера Европы, вмещающего в себя в два раза больше морской воды, чем есть на Земле. Поиски жизни на других планетах, понимание того, что именно мы ищем и где, – все это основано на нашем понимании эволюции. Подобное открытие станет кардинальным поворотом. Доказательство того, что в другом мире тоже есть жизнь, несомненно, изменит и саму жизнь.

Великие вопросы эволюции выявляют в нас лучшие качества: нашу безграничную любознательность и безграничную тягу к исследованиям. Ведь именно эволюция сделала нас теми, кто мы есть.

2. Большие дебаты с креационистами

Тем читателям, которые придерживаются глубоких религиозных верований, я говорю «добро пожаловать!». Я очень надеюсь, что вы одолеете эту главу. Речь в ней пойдет о моих недавних дебатах с креационистами Содружества Кентукки, которые во многом стали для меня стимулом к написанию этой книги. Темой нашей дискуссии был вопрос, «жизнеспособен» ли креационизм в качестве объяснения… чего бы то ни было. Я подчеркиваю, что я не принижал ничью религию. Я даже не упоминал о Библии. Я не делал никаких ссылок на Иисуса из Назарета. Но меня беспокоило и до сих пор продолжает беспокоить странное утверждение, будто бы Земля чрезвычайно молода – такое заявление является выпадом не только в отношении эволюции, но в отношении всего общественного понимания науки.

Когда несколько тысяч людей используют несколько миллионов долларов для того, чтобы продвигать свою точку зрения – это не редкость. Именно так поступают очень многие некоммерческие организации, в том числе Союз обеспокоенных ученых, Национальный центр научного образования и даже мое собственное Планетарное общество. Именно так разрабатываются и внедряются в законодательство правительственные стратегии. Однако в случае с креационизмом определенные некоммерческие группы создаются для того, чтобы внушать нашим студентам, изучающим естественные науки, свою главную идею: что библейское утверждение о том, что Земле лишь шесть или десять тысяч лет (точный возраст зависит от их толкования), основано на научных доказательствах. Такая идея смешна, и ее можно было бы элементарно опровергнуть, если бы не политическое влияние этих групп. В общем, креационистские группы не принимают эволюцию как факт жизни. Дело не в том, что они не понимают, как эволюция привела, например, к появлению древних ящеров – они идут дальше, не признавая действия и самого существования эволюции ни в прошлом, ни тем более в настоящем. Они стремятся к тому, чтобы весь мир тоже это отрицал, в том числе и мы с вами.

В основе этого неприятия эволюции лежит утверждение, что наше любопытство о мире неуместно, а здравый смысл – ошибочен. Такое покушение на интеллект является покушением на всех нас. Дети, которые принимают эту смехотворную точку зрения, в результате окажутся по ту

сторону прогресса. Они станут бременем для общества, а не его двигателем – признаюсь, меня очень беспокоит подобная перспектива. Мало того что эти дети никогда не смогут почувствовать радость открытия, которую приносит наука. Им придется подавлять свое природное любопытство, которое ведет к появлению вопросов, к исследованию окружающего мира и всевозможным открытиям. Они будут лишены бесчисленных увлекательных приключений. Мы лишаем их элементарных знаний об окружающем мире, мы лишаем их радости, сопровождающей эти знания. Это разбивает мне сердце.

У меня появилась возможность написать эту книгу после того, как я выразил свою озабоченность по поводу будущего экономики США на веб-сайте под названием BigThink.com.[2] Я обратил внимание, что без молодых людей, вступающих в область науки, особенно машиностроения, страна будет отставать от других держав, в которых дети воспитываются в реальной науке, а не в псевдонауке креационизма. После этого Кен Хэм, евангелистский лидер из Австралии, в свое время возглавивший строительство удивительного здания в штате Кентукки, названного Музеем креационизма, пригласил меня к участию в дебатах. Его организация называется «Ответы Бытия». Он утверждает, что его интерпретация Библии более обоснованна, чем основные факты геологии, астрономии, биологии, физики, химии, математики и особенно эволюции.

Проведя несколько месяцев в размышлениях, я согласился приехать в Музей креационизма и дать отпор псевдонауке – лицом к лицу, кафедра к кафедре. Я решил принять участие в этих дебатах, чтобы просветить общество о движении креационистов и о его, по сути, вредоносном воздействии на нас, ибо оно притупляет нашу решимость в отношении важных научных проблем, таких как производство энергии для растущего населения. Так что неудивительно, что, наряду с другими экстраординарными заявлениями, мой оппонент, как и его последователи, ничуть не разделяют, например, озабоченности относительно изменения климата.

Каждому из нас было отведено время для презентации перед аудиторией. Итак, г-н Хэм кидает пару забавных двусмысленных фраз: «историческая наука», «наблюдательная наука». Он говорит, что между тем, что происходит, пока мы живы и наблюдаем, и тем, что произошло, прежде чем мы появились на свет, есть разница. Таким образом, для него все, что скрывает летопись окаменелостей, вызывает вопросы. Для него любое астрономическое наблюдение автоматически не относится к делу, поскольку звезды старше, чем любой человек, который может их

наблюдать. Для него звезды были когда-то в мгновение ока разбросаны по небу озорным божеством. Использование слова *наука* подобным оруэлловским образом меня серьезно тревожит. Будучи научным преподавателем, я также считаю подобную практику глубоко безответственной.

Когда подошла моя очередь, я отмел все утверждения г-на Хэма о Великом потопе и о том, что все животные, которых мы сегодня наблюдаем на нашей планете, являются потомками нескольких пар, спасенных Ноем и его семьей на большой лодке – ковчеге из библейского мифа. Кстати, ни Библия, ни г-н Хэм не предлагают никаких подробностей судьбы, постигшей во время этого предполагаемого эпизода каждое обитающее на поверхности Земли растение.

Я начал с обсуждения стратиграфии и слоев пород, которые образуют земную кору. Я не мог не отметить, что здание Музея креационизма покоится на известняковых пластах, на формирование которых ушли миллионы лет. Недалеко от музея, тоже в Кентукки, находится знаменитая Мамонтова пещера. По пути на встречу, мне не составило труда найти кусок известняка, на котором легко можно было различить отпечаток ископаемого морского существа с ракушкой. Это было совсем недалеко от обочины трассы 69. Я показал аудитории фотографии Большого каньона, в том числе яркого известняка Муав, формирования Темпл Батт и известняка Рэдуолл. Их возраст составляет 505 млн, 385 млн, 340 млн лет соответственно. Глядя на них, нельзя не заметить поразительного отличия пород друг от друга. Очевидно, что эти пестрые месторождения были сформированы в разные периоды времени.

Я сделал важный палеонтологический акцент на том, что в каждом из этих слоев скрываются определенные ископаемые, характерные для разных временных промежутков. Отпечатки трилобитов, живших в более отдаленном прошлом, найдены в самых нижних слоях. Организмы наподобие древних млекопитающих, живших в наиболее близкий к нам период, находятся в верхних слоях. И существа, датируемые промежуточным периодом, соответственно, встречаются в переходных слоях. Нет ни единого примера, где ископаемое из нижнего слоя пыталось бы перебраться в более современный пласт. Ведь если бы в свое время действительно случился Великий потоп и все живые существа затонули в одно мгновенье, мы бы могли предположить, что хотя бы одно из них попыталось переползти в более верхний слой, стараясь выплыть, тем самым спасти свою жизнь. Ни одного подобного примера на Земле не существует, ни в одной ее точке. И если вы найдете хоть один, вы

перевернете науку с ног на голову. Вы прославитесь. Поверьте мне, люди ищут[3].

В начале моей презентации я также говорил о ледяных кернах – длинных цилиндрах льда, извлеченных исследователями из ледниковых щитов (особенно в Гренландии и Антарктиде). Среди них встречаются образцы, насчитывающие 680 тысяч слоев смерзшегося снега. Каждый год образуется новый слой снега, и каждый последующий год он уплотняется за счет осадков. Я спросил, разве могло получиться 680 тысяч слоев снега без 680 тысяч снежных сезонов (другими словами, периода времени, равному 680 тысячам лет)? Я объяснил, что, следуя логике Хэма, зимние и летние сезоны на Земле должны были сменять друг друга по 170 раз за год, то есть за один оборот Земли вокруг Солнца. Такое просто исключено.

Знаете ли вы, что на западе США есть остистые сосны, возраст которых значительно превышает шесть тысяч лет? Если оставить такое дерево под водой хотя бы на год, оно погибнет, и это именно то, что должно было произойти с этими деревьями в случае потопа, в который верят креационисты. В Швеции есть дерево по имени Старый Тжикко, которому приблизительно 9550 лет. Я и, по-видимому, большая часть аудитории в этот момент подумали: черт побери, вы в каком-то странном мире живете, г-н Хэм, – если дереву девять тысяч лет, то Земле никак не может быть всего шесть тысяч лет, не так ли?

Я люблю математику, и опровержение следующего утверждения стало для меня настоящим наслаждением: Г-н Хэм утверждал, что на Ноевом ковчеге было семь тысяч видов животных; сегодня существует около 16 дошедших до нас миллионов видов (это очень консервативная оценка сделана на основе последних исследований жизни). Чтобы из семи тысяч видов организмов, существовавших четыре тысячи лет назад, получить на сегодняшний день 16 млн, мы должны были каждый день обнаруживать по 11 новых видов. Не каждый год, а каждый день! И речь не об 11 отдельных животных! Каждый день мы должны были идентифицировать 11 новых видов! Это задачка на умножение и деление. Она простая, но опровергнуть ее не просто.

Также мне было забавно слушать, как представитель младоземельного креационизма утверждает, будто бы кенгуру тоже сошел с борта огромного корабля – ковчега, который, как предполагается, благополучно сел на мель на горе Арарат на территории современной Турции. Это довольно приличная высота – 5165 метров (почти 17 000 футов), – на которой пик покрыт снегом. Для меня непонятно, как все животные и люди смогли преодолеть этот трудный спуск. Получается, что обе особи кенгуру

сбежали или спрыгнули вниз с горы и оказались в Австралии, и при этом никто их не видел. Более того, если это путешествие длилось приличное количество времени, наверняка у них в пути рождались детеныши, а взрослые особи умирали. В таком случае останки кенгуру можно было бы найти где-нибудь на территории современного Лаоса или Тибета. Итак, они предположительно перебежали по сухопутному мосту из Евразии в Австралию. Но никаких доказательств такого моста или каких-либо ископаемых останков кенгуру в этом районе нет и не было – ни одного.

Говоря о самом ковчеге, я упомянул «Вайоминг», шестимачтовый деревянный парусник, построенный в Новой Англии высококвалифицированными корабельными плотниками. Для деревянных судов этот корабль огромен – его размер превышает 100 метров (300 футов) в длину. Мифический ковчег, о котором говорят креационисты, предположительно составлял примерно 150 мет ров (500 футов) в длину и мог вынести вес 14 тысяч животных и восьми человек. Экипаж реального корабля «Вайоминг» составлял 14 человек. Несмотря на то что корабль, сконструированный в 1909 году, был построен лучшими на тот момент судостроителями в мире, мастерам не удалось справиться с присущей дереву эластичностью. «Вайоминг» изгибался в бурном море, обнаруживая неконтролируемые утечки в корпусе. В результате судно разрушилось и затонуло вместе со всем экипажем. Если лучшие мастера современного мира не смогли построить большой деревянный корабль, пригодный для мореходства, то как можно предположить, что это удалось горстке людей, понятия не имеющих о судостроении?

Затем я привел в пример Национальный зоопарк в Вашингтоне, округ Колумбия, где на территории 66 гектаров (163 акров) земли содержится около 400 видов животных. Работники зоопарка круглосуточно работают, ухаживая за этими чудесными существами. Как могли 8 неквалифицированных работников поддерживать жизнь и здоровье 14 тысяч животных? На мой взгляд, никак.

Еще я указал на впечатляющие валуны, нередко попадающиеся на обочине шоссе на северо-западном побережье Тихого океана. Их омывали древние воды потоков, которые время от времени прорывали ледяные плотины, заполняя собой бескрайние просторы современной Монтаны. Если бы Землю постигло всемирное наводнение и даже тяжелые скалы затонули, как утверждают г-н Хэм и его коллеги, то что делают эти валуны на поверхности земли, а не под землей? Здесь их быть не должно – но они есть. А значит, креационисты ошибаются в отношении естественной истории их мира.

Я также упомянул ключевую особенность любой научной теории, будь то теория эволюции или что-нибудь еще: теория должна быть пригодной для прогнозирования. Я вкратце рассказал замечательную историю тиктаалика – «рыбонога» (переходный вид между рыбой и четвероногим животным), окаменелые останки которого, согласно научному предположению, могли быть обнаружены в определенном типе болот девонского периода. Именно такое ископаемое болото было найдено учеными Университета Чикаго во главе с неутомимым Нилом Шубиным в северо-восточной части Канады, куда и отправилась экспедиция, впоследствии отыскавшая окаменелые останки тиктаалика. Вы только представьте себе – ведь речь шла о предполагаемом существовании древнего животного. Ученые просто высчитали, где такое животное могло обитать. А затем поехали и доказали это! Удивительно.

В качестве еще одного примера научной теории, используемой для прогнозирования, я привел репродуктивные стратегии современных мексиканских фундулюсов. Эти рыбы могут при необходимости размножаться бесполым путем. В такие моменты их отпрыски становятся наиболее восприимчивыми к атакам паразитов, поскольку имеют меньшее генное разнообразие. Такая половая стратегия является воплощением предсказаний многих эволюционных теорий и, в частности, теории под названием «гипотеза Черной Королевы», которая меня лично просто очаровывает. В знаменитой книге Льюиса Кэрролла «Алиса в Зазеркалье» Алиса, очутившись в стране Черной Королевы, вынуждена постоянно бежать, чтобы оставаться на месте. Предположительно эволюция работает похожим образом: если вы перестанете бежать, тем самым остановив смешение ваших генов, вы просто сойдете с беговой дорожки жизни. Королева оставит вас позади. Далее я посвятил этой теме целую главу.

Поскольку я лично знаком с астрономом и лауреатом Нобелевской премии Робертом Уилсоном, я с удовольствием напомнил зрителям о его открытии реликтового электромагнитного излучения, сделанном им в сотрудничестве с астрофизиком Арно Пензиас. В 1960-х годах ученые смогли подтвердить существование излучения, предсказанного космологами, работавшими над теорией Большого взрыва. Кроме того, я поинтересовался у оппонента, каким образом мы можем наблюдать звезды, который находится от нас на расстоянии, превышающем 6000 световых лет – предполагаемый креационистами возраст Земли? Логично предположить, что если Земля так молода, существующие законы природы не позволят нам видеть свет всех этих звезд. Так почему же – куда ни взглянешь – мы видим свет далеких галактик? Если где-то там существует некая сверхсила,

с чего бы ей связываться с нами подобным образом?

Кен Хэм со своей стороны упорно избегал ответов на мои вопросы, повторяя, что у него есть «книга», толкование которой затмевает собой все, что мы можем наблюдать в природе. Я обратил внимание, что его толкование этой книги выглядит попросту неразумно для тех, кто полон любопытства к миру и смотрит на него с открытым сердцем. Такое купированное мировоззрение нисколько не согласуется с мнением многих мировых религиозных лидеров. В завершение выступления, возвращаясь к своей главной задаче, я напомнил аудитории об обязанностях конгресса в соответствии с Конституцией Соединенных Штатов Америки (статья 1 раздела 8) – «содействовать развитию науки и полезных ремесел».

Одна из основных обязанностей каждого из нас, как родителя, учителя, ученого, заключается в воспитании нового поколения, способного добиться успеха в жизни и сделать мир чуточку лучше. Готовясь к выступлению, я просмотрел видео некоторых лекций г-на Хэма и не мог не заметить неоднократных ворчливых высказываний о молодежи, в частности покидающей его приход. И впрямь, послушав его монологи чуть более часа, я пришел к выводу, что молодежь едва ли может воспринимать его слова своим сердцем.

Креационисты упорствуют, ища способы, насколько это возможно, изолировать своих детей и навязать им свою доктрину – независимо от того, как реагирует на них окружающий мир, дети изо всех сил будут стараться принять мифический возраст Земли. Тем временем многие из представителей этого учения даже не задумываются о том, что именно научные достижения – современные информационные технологии, медицина и продукты питания – позволяют им осуществлять свою псевдонаучную деятельность. Конечно, все это не имело бы никакого значения, если бы от этого не зависело будущее наших детей.

Суть дебатов нашла отражение в вопросе, заданном из зала. Кто-то спросил: «Что необходимо для того, чтобы вы изменили свой взгляд на мир?» Мой ответ был крайне прост: хотя бы одно-единственное доказательство. Если бы мы нашли окаменелые останки животного, пытавшегося проплыть сквозь слои породы Большого каньона, если бы мы открыли процесс, в котором новая фракция нейтронов радиоактивного материала могла бы превратиться в протоны за какой-то фантастически короткий период времени, если бы мы нашли возможность появления 11 видов живых существ в день, если бы каким-то образом звездный свет мог добраться сюда, не развивая скорости света, – любое из этих доказательств могло бы заставить меня и всех остальных ученых взглянуть на мир по-

новому. Тем не менее ни одного подобного свидетельства не обнаружено – нигде и никогда.

Г-н Хэм ответил, что заставить его изменить свою точку зрения не может *ничто*. У него есть книга, которая, как он считает, дает ответы на любые когда-либо поставленные естественно-научные вопросы. Никакое доказательство не изменит его мнения – никакое и никогда. Представьте себе этого человека или нескольких его последователей в качестве присяжных заседателей. Они же откажутся использовать разум, чтобы оценить значение улик. Они даже не станут прибегать к самому элементарному критическому мышлению. Я представляю, как они учтиво буду внимать процессу, при этом нисколько не принимая в расчет приводимые улики и доказательства. И впрямь довольно грустная перспектива. Таким образом, закон лишится своей нормы. Они исключат, то есть уже исключили, себя из нашего общества. Они не хотят быть его частью. Я надеюсь, что все мы в состоянии осознать потенциальные последствия подобного учения, а точнее, «неучения». Если бы существовал тест на компетенцию присяжных, как далеко бы они уехали?

В какой-то момент, будучи альтруистом (наследие моего эволюционного развития), я начинаю сочувствовать креационистам. Они исключили себя из замечательного научного процесса, лишив себя возможности узнавать о природе много нового. Я действительно переживаю по поводу их детей. В довершение всего я сочувствую всем нам. Как мы могли допустить, что идеологическое сопротивление научным исследованиям овладело такой заметной частью нашего общества? Почему мы отлучаем такое множество людей от знаний, добытых огромным трудом наших предков? Возможно, в ближайшие десятилетия мы сможем изменить такой порядок и вовлечь в чудесный процесс познания всех людей, независимо от их профессий и отношения к науке. Возможно, восхваляя эволюцию, мы сможем открыть людям глаза на мир и разблокировать наш необъятный человеческий потенциал.

Несмотря на сопротивление части аудитории (не говоря уже о значительной части американской общественности), я подозреваю, что каждый человек в состоянии рассуждать по аналогии, описанной мной в моей получасовой презентации. Разумеется, Кен Хэм тоже может. Просто дело в том, что когда речь заходит об эволюции и, в частности, об осознании того, насколько малы мы в сравнении с целой Вселенной, Хэм и его последователи, видимо, просто не могут принять эту правду. Они отбрасывают здравый смысл и цепляются за надежду, что где-то есть что-то, что позволит нам *не* думать за себя. Ирония скрывается в том, что таким

образом они как раз и лишаются способности понимать, кто мы, откуда мы пришли и где наше место в этом гигантском космосе. И если есть нечто божественное в нашей природе, нечто, что выделяет человека на фоне остальных существ, то, безусловно, наша способность рассуждать является основной частью этого явления.

Кен Хэм, его последователи, я, вы и все остальные люди – в этом мы едины. Все мы – результат одних и тех же эволюционных процессов. Есть надежда, что мы сможем работать вместе, чтобы привести детей, воспитанных на идеях креационизма, к более просвещенному, безграничному осознанию мира вокруг нас.

3. Сотворение мира и второй закон термодинамики

Дело не только в Кене Хэме и его «Ответах Бытия». На протяжении многих лет я слышал множество аргументов против эволюции от людей, которые считают ее нежелательной по религиозным или эмоциональным, или философским соображениям. Зачастую эти споры сводятся к простому, тупиковому аргументу от недоверия: «Это не может быть правдой, потому что мне трудно поверить, что это правда». Но иногда креационисты занимают более интересную, вдохновленную наукой линию нападения и утверждают, что эволюция не является физически возможной, поскольку ни одна система не может с течением времени естественным образом постоянно усложняться. Если конкретнее, то они говорят о противоречии между эволюцией и одним из самых глубоко укоренившихся научных принципов – вторым законом термодинамики.

В общепринятой формулировке второй закон гласит: шар, отпущенный с горы, никогда не покатится в гору сам. Иными словами, любая энергия стремится рассредоточиться: тепло рассеивается, а озера в теплый летний день сами не замерзнут. Креационисты считают, что человеческий род был также отпущен с горы в момент грехопадения, когда наши предки Адам и Ева немного сплоховали. Услышав о втором законе термодинамики, креационисты воскликнули: «Ага! Видите? Весь наш мир – это машина, несущаяся вниз – к смерти».

Между прочим, есть еще первый и третий законы термодинамики и даже нулевой закон. Но хотя они по-своему хороши, в обличительных речах креационистов они не фигурируют.

Несомненно, действие второго закона термодинамики вносит свой вклад в общее движение мира к упадку. Это объясняет невозможность создания вечного двигателя. Любой двигатель в любой машине будет терять какое-то количество энергии на свое прогревание. Любое действие и событие требует энергии извне. Неопровержимая формулировка такого положения вещей принадлежит известному астроному XX века Артуру Стэнли Эддингтону: «Закон возрастания энтропии – второй закон термодинамики – занимает, я думаю, высшее положение среди других законов природы. Если кто-нибудь указывает вам, что ваша любимая теория Вселенной находится в несоответствии с уравнениями Максвелла –

тем хуже для уравнений Максвелла. Если обнаруживается, что она противоречит результатам наблюдений – ничего, экспериментаторы тоже иногда ошибаются. Но если обнаружится, что ваша теория противоречит второму закону термодинамики, вам не на что надеяться, вашей теории не остается ничего другого, как погибнуть в глубочайшем смирении».

Необязательно знать уравнения Максвелла, чтобы понять, что имеет в виду Эддингтон (просто для вашего сведения – эти уравнения описывают природу света, электричества и магнетизма). Основная идея заключается в том, что второй закон термодинамики математически описывает рассеивание энергии в окружающее пространство в любой системе. Этот закон имеет фундаментальное значение для функционирования всего мира природы. Поскольку энергия непрерывно рассеивается, любой процесс постепенно будет сводиться на нет, и так до полной его остановки. Вероятно, теперь вы понимаете, почему креационисты утверждают, что второй закон не дает эволюции никаких шансов на усложнение форм жизни. Разве живая система могла бы оставаться системой, если бы все ее движущие силы постоянно рассеивались и растворялись в безбрежном сумраке Вселенной?

Имея диплом инженера машиностроения и обладая достаточным пониманием физических закономерностей, я поистине очарован этим специфическим аргументом креационистов, поскольку, с одной стороны, он по-научному изящен, но вместе с тем абсолютно дезориентирован. Самое важное, о чем нужно знать, это то, что второй закон относится только к закрытым системам, таким как цилиндр в двигателе автомобиля, а Земля даже отдаленно не может считаться закрытой системой. Здесь постоянно происходят перемещения материи и энергии. Жизнь здесь не что иное, как вечный двигатель, и уж никак не шар, неумолимо катящийся вниз.

Существует три основных источника энергии для жизни на Земле: Солнце, внутренняя энергия Земли, образующаяся в результате деления атомов ее ядра, и вращение самой Земли. Эти источники обеспечивают нас энергией день за днем. Больше всего энергии производит Солнце. Оно представляет собой термоядерный реактор, каждую секунду выпускающий в космос 1026 Вт (1026 Дж) тепловой энергии. Ядро Земли также образует тепловую энергию. Вращение нашей планеты перемешивает энергетические потоки и добавляет ускорения ветру и волнам. Итак, как вы видите, мир, в котором мы живем, даже отдаленно не напоминает закрытую систему. Все экосистемы нашей планеты в конечном счете работают на непрерывном внешнем источнике света и тепла.

Энергия Солнца накапливалась Землей на протяжении четырех с

половиной миллиардов лет. Живые организмы, от амебы до секвой, должны были приспособиться так, чтобы оптимально использовать всю эту энергию и не позволить другим организмам, возможно, использующим эту энергию более эффективно, вытеснить себя.

Второй закон устанавливает границы; это правила, по которым нам всем приходится играть. Начать с энергии, потраченной на изучение эволюции, – это отличный способ понять жизнь. Что же делают живые организмы со всей этой энергией? Мы используем ее, чтобы создавать химические системы, которые подчиняются второму закону термодинамики. Но второй закон находит отражение во всех областях нашей жизни. Когда вы крутите педали велосипеда, в соединениях цепи и подшипниках педалей и шатунов возникает трение. При трении выделяется немного тепла. Куда девается это тепло? Оно уходит во Вселенную. Правда. Оно рассеивается по всему миру и в конечном счете распространяется в космосе без какой-либо возможности его восстановления. Тенденцией энергии к распространению в природных системах, пожалуй, можно было бы объяснить, каким образом в комнате ребенка возникает такой беспорядок.

Современный мир механизмов работает на тепловой энергии – работа механизмов также ограничена вторым законом термодинамики. Автомобильные двигатели, турбины реактивного самолета, угольные электростанции – все это использует тепло, выделяемое при горении для того, чтобы что-то поехало, закрутилось, задвигалось. Тепло выделяется в результате химической реакции. То же самое верно и для нас, животных. Вместо огня, полученного путем соединения углеродного топлива с кислородом, в нашем животе работают ферменты, которые позволяют химическим веществам, содержащимся в нашей пище, соединиться с кислородом и создать химическую энергию. Неважно, о чем идет речь, о турбовинтовом двигателе или крикете, – мы все должны производить немного больше энергии, чем мы можем использовать. Мы отдаем некоторую долю нашей энергии Вселенной; к этому нас обязывает второй закон термодинамики.

Время от времени люди задаются логичным вопросом: если тепло постоянно рассеивается, не может ли космос остыть до такой степени, что нигде и ничего уже просто не сможет двигаться? Не грозит ли Вселенной тепловая смерть (иногда называемая «Великим замерзанием»)? Даже если подобное случится, то произойдет это в невообразимо далеком будущем. Вселенной 13,8 млрд лет, и для нас, к счастью, все только начинается.

Теперь вернемся к тем креационистам, которые как безумные

продолжают настаивать, что поскольку тепло рассеивается, а беспорядок только увеличивается, Земля и все живущие на ней постепенно движутся к упадку. Они абсолютно не правы в том, что второй закон ставит крест на усложнении живых организмов, ибо они путают (или подтасовывают?) условия открытости или замкнутости систем. Тем не менее их заявления только идут эволюционной теории на пользу – ведь, анализируя расход энергии через призму второго закона, можно приблизиться к самому пониманию эволюции. Благодаря этому анализу можно увидеть, каким образом живые организмы используют доступную им энергию. Я надеюсь, вы внимательно читаете мою книгу и сможете узнать еще больше об этой особенной идее в следующей главе, а также в главах 29 и 35. Продолжайте читать.

Эволюция отнюдь не случайна; она – противоположность случайности. Один из самых важных выводов Дарвина заключается в том, что естественный отбор является средством, с помощью которого небольшие изменения постепенно усложняют организм. Вид сохраняет полезные модификации, передавая их каждому новому поколению. Мутации, которые не приносят пользы, либо исчезают вместе с организмом, либо вытесняются другими мутациями, проявляющимися в последующих поколениях потомства. В процессе эволюции положительные изменения накапливаются.

Основная энергия, необходимая для развития этих полезных мутаций, исходит, прежде всего, от Солнца и раскаленного ядра Земли. Разлагающиеся органические вещества, потребляемые живыми существами, обеспечивают их химической энергией для каждой новой полезной мутации. И каждое последующее поколение может сочетать в себе все ранее приобретенные полезные мутации. Механизм усложнения вида заключается в появлении потомства. Каждое поколение, приведшее к появлению любого отдельного организма, использовало энергию Солнца, чтобы обеспечить себя питанием и теплом.

Никоим образом не противореча второму закону термодинамики, эволюция, наоборот, служит его серьезной проверкой. Соглашаясь с тем, что течение жизни отвечает второму закону термодинамики, мы только подтверждаем неслучайный характер эволюции, где выживание живых организмов направлено и обусловлено конкуренцией. Жизнь работает на энергии, эволюция также работает на энергии. Система, которая позволяет использовать энергию, практически сама служит определением жизни. Существует один интригующий момент в отношении термодинамической энергии и жизни; мы вернемся к нему в 35-й главе. Все организмы земной

экосистемы расходуют энергию сообща, конкурируют между собой, создают новые виды. Именно общность и взаимодействие делают жизнь такой причудливой, они направляют энергию к бабочке и арабидопсису (первое растение, для которого была расшифрована вся цепочка генома), к медузе и человеку.

Это то, что делает креационистскую точку зрения не только удивительно неверной, но, к сожалению, весьма ограниченной. Обращаясь ко второму закону термодинамики, они берут в руки мощный инструмент для познания мира и вместо использования по назначению стараются превратить его в барьер для понимания. Но нет худа без добра. Знакомя людей с фундаментальными особенностями природы, описанными во втором законе термодинамики, креационисты реально могут вдохновить их на более глубокое изучение механизма эволюции.

4. Восходящая модель

Учась на последнем курсе университета на факультете механической инженерии, я оказался в компании «Боинг», которая пригласила меня для разработки модели «Боинг–747». Поверьте, начальников надо мной там было более чем достаточно. Как и большинство коммерческих предприятий, компания «Боинг» была организована по нисходящей модели. Она была основана самим Биллом Боингом; он нанял людей, которых выбрал сам, сам выделил им рабочее место со столами и чертежными досками, тем самым создав свой бизнес по нисходящей модели. По сей день «Боинг» сохраняет эту структуру, во главе которой находятся генеральный директор, президент, совет директоров и председатель правления. Такая структура знакома всем, кто работал или сотрудничал с крупными корпорациями. Эта структура – причина многих популярных заблуждений относительно процесса эволюции.

В организации, управляемой сверху вниз, все следует цепи инстанций (или порядку соподчиненности). В вашем офисе наверняка имеется такая схема, демонстрирующая цепочку подчинения: сверху босс, ниже прослойка топ-менеджеров, еще ниже – менеджеры среднего звена, в том числе управляющие магазинов, бригадиры и в самом низу – начинающие сотрудники. Ту же картину можно наблюдать и в других видах иерархических групп. Если вы учитесь в школе – значит, над вами есть директор или завуч. Университеты ломятся от ректоров, деканов, заведующих кафедр, кураторов, профессоров и ассистентов.

Природа также следует организационной схеме, но она разительно отличается от нашей – и здесь может возникнуть путаница. Люди любят организовывать вещи по нисходящей модели; многие из нас резонно предполагают, что все на свете организовано именно так. Но природа движется в обратную сторону. В естественном порядке вещей изменения, произошедшие в прошлом, являются единственным определителем того, сохранится в будущем та или иная особенность организации или нет. В этом нет никакого планирования. Если бы у природы был свой менеджер, то его непыльной работе можно было бы только позавидовать – делать на работе ему было бы решительно нечего. В природе царит самоорганизация. Это еще один способ определения эволюции: экосистемы природы, во всем их сложном великолепии, организованы по восходящей модели.

Глядя на природу с человеческой перспективы «сверху вниз», может

возникнуть ошибочное ощущение преднамеренного планирования. Сейчас объясню, что я имею в виду. Допустим, вы начали свой бизнес и ваша организация вполне успешна для того, чтобы вы могли нанять несколько человек. Ваш бизнес растет, и пока он растет, он становится все более сложным и требует все больше энергии. Нужно больше компьютеров. Больше телефонов. Вам нужно больше оборудования и больше электроэнергии, чтобы обслуживать все эти аппараты, от ксероксов до сельскохозяйственных мелиораторов. Все это оборудование и все эти люди должны быть четко организованы. Чем сложнее становится вся система, тем большая структура ей необходима. Энергия для организации системы и ее дальнейшего роста поступает извне – из-за пределов компании. Если вы продаете вещи или услуги, рост вашего бизнеса обусловлен окружающей средой: в данном случае деньгами, потраченными вашими клиентами.

В природе живые организмы также зависят от окружающей их среды. Мы получаем энергию, скрывающуюся в химических соединениях нашей пищи; растения в основном получают энергию от солнечных лучей; некоторые экосистемы работают на геотермальном или вулканическом тепле. Если рассматривать человеческие и природные системы с точки зрения энергии, обе структуры имеют довольно много общего. Тем не менее между ними существует большая разница. Любые решения, которые вы принимаете для того, чтобы создавать и управлять вашим бизнесом, основаны на том, какими ресурсами вы располагаете, и тем не менее это ваши решения. Вы формируете свою структуру таким образом, чтобы совершать определенные покупки, нанимать определенных людей, составлять определенные документы, подготавливать определенную документацию. Ваша компания или бизнес становятся все более сложными, потому что вы сами решаете сделать их таким.

В природе живые существа также имеют возможность становиться все более сложными, используя ресурсы из окружающей среды, но такое решение не имеет отношения к сознательному выбору, а появляется вследствие конкуренции между живыми существами. Это один из основных механизмов эволюции Дарвина: естественный отбор. Химические вещества, расположенные вдоль цепочки молекул ДНК, организованы таким образом, что молекула может создавать свою же копию. Молекулы, получившиеся в результате такого копирования, оказываются неидеальными. То же можно сказать о разнице между оригиналом документа и его копией, изготовленной с помощью ксерокса, – в природе очень сложно создать идеальную копию чего-либо. Эти небольшие изменения в ДНК, которые появляются на стадии развития

организма, не слишком отличают получившихся особей от их родителей. Но они создают изменения во всей популяции. Эти изменения могут помочь организму выжить и в конечном итоге успешно размножиться или могут препятствовать размножению, а могут вообще остаться незаметными. Поэтому нам и кажется, что эти изменения являются результатом сознательных либо умышленных действий, хотя на самом деле они таковыми не являются.

Изменения, помогающие размножению организма, сохраняются в его потомстве; полезные изменения передаются дальше в ДНК. Когда потомство, в свою очередь, появляется на свет, оно уже несет в себе полезный признак, и в дальнейшем это помогает ему произвести свое потомство. Изменения, которые мешают организму, удерживают некоторую долю популяции этого организма от размножения. Так, препятствующие изменения не передаются дальше; они исчезают из будущих версий ДНК организма. Изменения, которые не обнаруживают заметных отличий, никак не отражаются на организме. Они просто передаются дальше.

В общем, когда организм получает доступ к энергии, этот ресурс помогает ему выживать и размножаться. Поступающая энергия (с пищей или солнечным светом) может создавать и управлять благоприятными изменениями, которые способны привести к дальнейшему усложнению организма потомков этих живых существ. После того как Чарлз Дарвин осознал эту взаимосвязь, он понял, как грандиозна эта идея.

Попробуйте сопоставить природные системы со структурами, созданными человеком, такими как корпорация. Пока кто-то не сделает соответствующий выбор, полезных изменений в компании едва ли можно ожидать. Очень немногие изменения происходят органически, то есть автоматически, со стороны организации. А так – кто-то должен вмешаться, принять на работу или уволить, инвестировать или лишить имущества, купить или продать – иначе ведь ничего не произойдет. Конечно, автоматическое усложнение системы невозможно. Можно сказать, что организации у людей полностью зависят от умелого конструктора.

Пока корпорация разрастается, ее подразделения добавляют свои системы, наращивают документацию, бланки и всевозможные предписания, делая все возможное, чтобы добиться успеха. В какой-то момент может появиться директор, который увидит, что руководители филиалов перегружены, менеджеров среднего звена слишком много, а подчиненных у них слишком мало. Он также может прийти к выводу, что в организации чересчур много документации, а в архивах наблюдается избыточное хранение. В результате директор проводит определенные

сокращения и пытается упорядочить всю систему.

В эволюции все работает совсем не так. Если система сдерживает организм и не дает ему размножаться, этот организм просто не передаст свои гены следующему поколению. Никто не должен ничего решать. Хотя изменения в генах обычно происходят случайным образом, поколение, получившее этот ген, зависит от любых факторов, но только неслучайных. Неважно, сложилась ли правильная комбинация генов или нет. Неважно, остался ты в игре или нет. Мы называем это селективным давлением или давлением отбора; именно оно определяет, какие гены пройдут, а какие – нет.

Многие креационисты и противники науки, особенно в Соединенных Штатах, называют случайность частью эволюционного процесса, продолжая настаивать на том, что богатую комплексность жизни нельзя объяснить эволюцией, ибо она – случайное явление. По сути, это еще одна форма «термодинамического» аргумента, о котором я говорил в предыдущей главе. Креационисты часто используют пример гипотетического торнадо, путь которого лежит через свалку с деталями моей любимой модели «Боинга-747» (иногда его называют «аргументом с торнадо на свалке»). Каковы шансы, спрашивают они, что в конечном итоге мы получим идеально собранный самолет, да еще и в рабочем состоянии? Очевидно, шансов нет, поскольку такая сборка была бы обусловлена лишь случайной компоновкой деталей.

Проблема этого аргумента в том, что предпосылка в нем ложная. Эволюция и отбор при размножении, которым управляют достойные гены, являются полной противоположностью случайности. Это сито, которое живые организмы должны успешно преодолеть, в противном случае мы больше никогда их не увидим. В компании «Боинг», как, впрочем, и в любой другой компании, существует давление отбора, которое отчасти работает как естественный отбор. Существует конкуренция между авиакомпаниями. Клиенты и авиакорпорации, которые платят за самолеты миллиарды долларов, хотят, чтобы их аппараты были эффективными. Они хотят, чтобы их самолеты использовали меньше топлива, чтобы были простыми в обслуживании и более экономичными в целом – ведь они отдают за них такие огромные деньги. В результате менеджеры, инженеры, машинисты, дизайнеры интерьеров, эксперты по эргономике – все они работают над тем, чтобы сделать самолеты быстрее, лучше и дешевле.

Будучи студентом инженерного института, я узнал от своего профессора аэронавтики, что винглеты (концевые крылышки) – это просто трюк, пустая трата времени и энергии. (Вы их видели. Винглеты – это

такие маленькие вертикальные элементы на кончиках крыльев современных авиалайнеров.) Самолеты и птицы умеют летать, потому что давление воздуха под крылом выше, чем давление воздуха над ним. Как правило, это результат небольшого запрокидывания передней части крыла, открывающего так называемый угол атаки. Это работает как для «Боинга-787», так и для сов-сипух. Более высокое давление под крылом создает закручивающийся поток воздуха вокруг кончика крыла. Когда самолет или сова движутся по воздуху, они оставляют за собой этот закрученный поток воздуха. Это закручивание требует определенной энергии, а значит, снижает, хоть и незначительно, процент эффективности самолета или птицы. Винглеты блокируют большую часть такого закручивания, тем самым повышая эффективность потребляемой энергии, но зато увеличивая вес самолета. Мой старый профессор предложил нам провести анализ эффективности, подразумевая, что крылья и винглеты выполнены из алюминия. Чего мы не учли, по крайней мере в первый раз, так это использования более легкого и прочного композитного материала – пластика.

Сегодня винглеты на самолетах изготавливаются из композитного пластика. И это пример эволюционного давления отбора. Это результат рыночных факторов, но, тем не менее это по-прежнему остается решением, принятым человеком. Компания, проигнорировавшая эту технологию, в конечном итоге рискует значительно снизить свои продажи и просто-напросто выйти из бизнеса. Итак, винглеты являются результатом бесчисленных часов исследований и изысканий. Они являются следствием управленческих решений, инженерного анализа и развития навыков производителей.

Удивительная вещь: у сов тоже есть нечто наподобие винглетов. Доказательств того, что они были разработаны преднамеренно, конечно же нет. Появление винглетов у сов – это результат размножения тех особей, на крылышках которых были небольшие перышки, подавлявшие завихрения воздуха у края крыла чуть лучше, чем у других представителей этого вида. Эта особенность передавалась из поколения в поколение, не нуждаясь в какой-либо организационной схеме.

Не так уж трудно представить себе корпорацию, существующую на протяжении очень долгого времени, где путем найма и увольнения сотрудников в штате остались только самые лучшие работники – пропустив через себя миллионы соискателей, компания станет лучшей в своем сегменте. За всю историю компании «Боинг» и в самом деле нанял около миллиона работников, ведь компания была основана почти 100 лет назад;

но времени на разработку того, на что способна природа, у «Боинга» не было даже рядом. Тем не менее мы видели принцип работы обеих моделей – нисходящей и восходящей. Разнообразные варианты конструкции самолета отвергались по нисходящему принципу, подобно эволюционному отбору, проходящему в свою очередь по восходящей модели, при этом конечный результат, и это неудивительно, продемонстрировал схожесть с эволюционным решением. Правда, конструкции самолетов создавались человеческим мозгом и в человеческой организации, работающей по нисходящей модели, *с нуля*.

Мы довольствуемся тем, что имеем в результате эволюции, и это позволяет нам создавать нисходящие модели обустройства нашего мира. Мы пользуемся мозгом, данным нам эволюцией, чтобы летать на самолетах, и прибегаем к воображению, чтобы парить в облаках. Мы сами являемся результатом эволюции, и оттого наши творения одновременно и неидеальны, и великолепны. Это замечательно.

5. Глубокое погружение в глубокое время

Если оставить мир в покое на очень-очень-очень долгое время, в нем может появиться множество видов жизни, окружающих нас сегодня – эта идея кажется невероятной, по крайней мере, до тех пор, пока мы не осознаем нереально огромных временных масштабов эволюции. С конца XVIII века ученые стали использовать термин «глубокие времена» для описания временных масштабов событий на Земле. Понимание того, как далеко от нас наше прошлое, сравнимо со взглядом в бездонную пропасть. Она слишком глубока, чтобы увидеть дно, слишком глубока, чтобы ее можно было себе представить. И она способна перевернуть ваше мировоззрение. Однако единожды осознав глубину этих времен, вы начинаете видеть и понимать все процессы и механизмы эволюции.

Событиям, в результате которых первая живая клетка превратилась в меня или в вас, потребовался почти невообразимый период времени. Когда мы говорим об эволюции, выражение «долгое время» является явным преуменьшением. Вот пример, для которого слово «преуменьшение» уже является преуменьшением: в настоящее время считается, что возраст Земли составляет 4,54 млрд лет. На основании окаменелых плит или слоев бактерий, мы полагаем, что жизнь зародилась здесь, по крайней мере, 3,5 млрд лет назад.

Эти даты были определены благодаря исключительной проницательности и в результате работы астрономов, биологов, химиков, геологов и геохимиков. Я очень хорошо помню встречу с моим дорогим коллегой Брюсом Мюрреем, который оказал большое влияние на всю американскую планетологическую исследовательскую программу. Во время этой встречи я заметил, что один мой знакомый европейский ученый – геолог и может помочь в решении определенного вопроса, фигурировавшего в наших обсуждениях. На что Брюс неожиданно ударил ладонью по столу и воскликнул: «Он не геолог! Он геохимик!» Ого! Ну, *извините*, Брюс. Должно быть, я вырос в той отдаленной и малограмотной части мира, где об этом различии никто и понятия не имеет.

Как обычно, Брюс оказался прав. Геохимики выполняют самую важную и объемную часть работы по исчислению возраста древних пород… и если мы не будем ценить то, что они делают, мы лишимся жизненно важной части истории Земли. Прошло всего чуть более века с тех пор, как французский физик Анри Беккерель совершил открытие

радиоактивности, найдя вместе с ним и ключ к загадке глубокого времени. С тех пор физики разработали необычайно успешные модели, демонстрирующие поведение атомов. Атомы состоят из протонов, нейтронов и электронов. Протоны и нейтроны, в свою очередь, состоят из кварков. Энергия может появляться и исчезать, а переносят ее фотоны и нейтрины. При тщательном изучении отдельных элементов мы обнаружили, что, например, радиоактивный рубидий (– 87), содержащий 37 протонов (и 50 нейтронов), можно привести к распаду, продуктом которого станет стронций, имеющий 38 протонов. Оба этих элемента могут рассматриваться как самостоятельная радиохимическая система.

Если порода жидкая или почти жидкая, что геологи называют пластиком, то она определенно содержит некое количество рубидия и стронция. Радиохимики могут определить пропорции этой смеси. Представьте себе, что расплавленная порода извергается из вулкана и затвердевает. Глядя на соотношения некоторых элементов, затвердевших вместе с рубидием и стронцием, радиохимики и геохимики могут определить, как давно расплав, как это называется, стал твердым. В случае рубидия и стронция мы знаем, что ровно половина рубидия–87 переходит в стронций–87 (в настоящее время с 49 протонами) за 48,8 млрд лет. Верно, почти за 50 млрд лет. Такова природа радиоактивности. Вы не можете определить, что будет делать один атом, но зато вы можете с умопомрачительной точностью сказать, сколько времени понадобится для того, чтобы материя изменилась, превратившись из одного элемента в другой. Отсюда и происходит выражение – полураспад. К тому же мы можем определить четверть распада, его восьмую, шестнадцатую, тридцать вторую, шестьдесят четвертую, сто двадцать восьмую, двести пятьдесят шестую и т. д.

Слово *химия* является ключевым в вопросе геохимии и радиохимии. Породы в земной коре, как правило, содержат определенное количество рубидия и определенное количество стронция, а также другие элементы, такие как кальций и калий. Химическое поведение рубидия напоминает химическое поведение калия, а химическое поведение стронция напоминает химическое поведение кальция. (Эти элементы находятся в одних и тех же колонках в периодической таблице элементов.) Когда породы жидкие, рубидий предпочитает оставаться свободным, но, как только порода остывает, рубидий может занимать место калия в горных кристаллах. Таким же образом стронций замещает кальций. Итак, внимательно изучив кристаллы, которые, как мы знаем, содержат калий, и сравнив относительное содержание рубидия и стронция, которые также

имеются в кристалле, мы можем определить возраст пород по сравнению с другими породами. Мы можем проложить наш путь в прошлое, растягивая наше представление о летоисчислении до бесконечности.

Помимо наблюдений за рубидием и стронцием, есть и другие геохимические приемы, которые радиохимики используют для определения возраста Земли. Это пары элементов: уран – свинец, калий – аргон и самарий – неодим. Каждый из этих методов подсчитывает время, используя различные химические элементы, и каждый дает нам неопровержимые доказательства возраста Земли. Вы, возможно, слышали об углеродном датировании или датировании углеродом–14. Это похожий метод, который хорошо подходит для измерения небольших временных масштабов. Он позволяет нам работать с прошлым, определяя, когда живое существо перестало испарять влагу (растения) или дышать (животные). Радиоуглеродный анализ может определить период в несколько десятков тысяч лет, поскольку период полураспада этого типа углерода составляет только 5730 лет. Сравните с парой рубидия – стронция; эти радиохимические часы уходят назад почти в миллион раз дальше. Радиоуглеродный анализ является важным методом изучения человеческой истории, но не очень хорошо подходит для изучения «глубокого времени».

Как только вы понимаете, насколько фантастически стара наша планета, на первый план выходит эволюция. Чтобы представить себе это, попробуйте следующее: посмотрите на карту Северной Америки. Для читателей из других частей мира замечу, что то, что мы часто называем континентальными Штатами, простирается от Атлантики до Тихого океана (как Канада и Мексика). С помощью Американской международной дорожной системы от побережья до побережья можно проехать на автомобиле. Если бы нам понадобилось добраться из окрестностей Сан-Диего на юго-западном побережье США, скажем, в Бостон на северо-восточном побережье, нам бы пришлось проехать около 4500 километров. Такой же километраж насчитывает расстояние от Лиссабона до Москвы. Двигаясь по этому пути, нам пришлось бы проехать сквозь восемь разных стран.

Представьте себе временную шкалу, протянувшуюся от побережья до побережья. Давайте предположим, что каждый километр на этой шкале будет равен одному миллиону лет. Тогда каждый метр на ней будет соответствовать одной тысяче лет. В рамках этой очаровательной теоретической модели расстояние от подбородка до вашей вытянутой руки составит тысячу лет. Тысячу лет, представляете?!

Следующий шаг: представьте, что вы решили пройти пешком от Сан-

Диего до Бостона. В момент, когда вы только отправились в путь, Земля представляет собой большой раскаленный шар, состоящий из расплавленной породы. Пройдя пару сотен километров, на шестой или седьмой день вашего пути вы увидите указатель, сообщающий вам о том, что именно сейчас начала формироваться Луна. Еще два дня прогулки, и следующий указатель сообщит, что остывшую поверхность планеты покрыло достаточное количество осадков и сформировались океаны; это было 4,4 млрд лет назад. Пройдя пешком целый месяц, вы заметите первые признаки жизни – это около 3,5 млрд лет назад. Две тысячи километров от вашего старта, где-то недалеко от Брокен-Эрроу, Оклахома, и вы обнаружите крохотных микробов – сине-зеленые бактерии. Кстати, до этого момента, идя по маршруту, вы непременно будете задыхаться, потому что кислорода в воздухе еще слишком мало. Кислород на Земле стал побочным продуктом фотосинтеза, происходящего в этих ранних микробах. Сине-зеленая бактерия, наряду с вами и со мной, – единственное существо, способное изменить климат всей планеты.

После двух месяцев вашего похода, где-то недалеко от Литл-Рок, штат Арканзас, сформировался древний суперконтинент Родиния. Еще месяц в пути, и вы можете заметить, что появился более новый суперконтинент – Пангея. Не все, но почти все из живых существ, которых вы встретите, будут обитать в океане. Подождите, но как же вы пойдете, ведь большая часть территории Соединенных Штатов покрыта водой? Здесь расположилось древнее внутриконтинентальное море. Итак, вы плывете вперед, а вокруг вас кишат необычные и, по нашим меркам, довольно пугающие морские существа.

Когда всего 230 километров будет отделять вас от восточного побережья, вы, наконец, встретите древних динозавров. Они явно опоздали на этот праздник жизни! В окружении динозавров вы прошагаете 100 километров. Это займет два или три дня, если двигаться в хорошем темпе. По пути вы увидите растения, которые теперь производят цветы. Половое размножение захватило мир.

Еще пара километров, и Атлантический океан уже окажется в поле зрения. И вот вы встречаете первых людей, а точнее, их раннюю версию, жившую всего 2 млн лет назад. Идите дальше: вы можете встретить наших пещерных предков. На расстоянии пяти метров от кромки воды появляются древние пирамиды. Теперь, всего в 20 сантиметрах (даже между мизинцем и большим пальцем расстояние больше!), Америка становится домом для американцев. Человек высаживается на Луне – до воды всего пара сантиметров. Чуть продвиньте пальцы ног вперед – и вы окажетесь в

сегодняшнем дне.

Теперь обернитесь. Посмотрите на бескрайние просторы континента. По мере вашего продвижения на восток большая его часть выглядела бесплодной или заброшенной. Все, что мы знаем об истории, о людях и их делах, все, что вы смогли узнать, – все это произошло в промежуток, равный не более чем одному шагу. Все остальное обширное пространство – это как раз то время, которое позволило жизни зародиться, а эволюции – управлять появлением всех живых существ, когда-либо нам известных.

Обратите внимание, что на протяжении примерно трех четвертей вашего похода живые существа не увеличивали разнообразие, а просто становились более активными. Все это время вокруг вас были сплошные бактерии. А вот растения, которые мы употребляем в пищу, и животные, которых мы выращиваем для питания и удобрения, появились лишь тогда, когда вы уже практически закончили свое путешествие. Большая часть времени здесь, на Земле, была потрачена на медленную эволюцию, ведущую нас от нескольких примитивных самокопирующихся химических соединений к появлению первых настоящих клеток и формированию относительно несложных, но тем не менее вполне конкретных живых существ. И лишь в самом конце нашей шкалы глубокого времени появились такие сложные организмы, как вы, я и моя очаровательная подруга.

Размышляя о последствиях своих открытий, Чарлз Дарвин и Альфред Уоллес, были глубоко обеспокоены тем, что для возникновения жизни и ее развития до состояния настоящего момента требовалось огромное количество времени. Дарвин опубликовал труд «О происхождении видов» в 1859 году. Радиоактивность не была открыта до 1896 года, и по-настоящему ее поняли только спустя много лет с того момента. Та к что даже когда Дарвин разработал свою элегантную теорию, которую он подкрепил дюжиной примечательных, старательно выполненных экспериментов, он не мог найти разумное объяснение тому, откуда эволюция взяла необходимое для своих процессов время. Он не мог объяснить, как Земля могла быть настолько фантастически старой.

Современники Дарвина бросали ему вызов, даже высмеивали его за утверждение, будто для всех живых существ, когда-либо живших на Земле, существует общий предок и что все они появились за такой продолжительный период времени. Как такое могло быть? Как могло пройти так много времени? Все это до сих пор невообразимо для большинства из нас, а уж для современников Дарвина и подавно.

В конце XIX века Уильям Томпсон (который был ирландцем, но вошел

в историю под исключительно британским прозвищем Лорд Кельвин) предложил научному сообществу, казалось бы, вполне авторитетные расчеты, из которых следовало, что возраст Земли составляет между 20 и 400 млн лет, но не более.

Судя по всему, эволюции потребовалось в десять или даже в сто раз больше времени. В этом и заключался парадокс. Истинный возраст Земли оставался загадкой на протяжении жизни Уоллеса и Дарвина. До момента открытия радиоактивности у ученых не было ответа на этот вопрос. Кельвин предположил, что Земля охлаждалась с момента своего рождения, и он использовал ее текущую температуру для подсчета ее возраста. Но он не знал того, что радиоактивные элементы в глубинах нашей планеты продолжают выделять тепло. Его расчеты были просто великолепны, но понимание было неверным. На самом деле времени для эволюции было более чем достаточно – ровно столько, сколько представлял себе Дарвин, и даже немного больше.

Я часто размышляю о том, в какое же неординарное время мы живем – начало XXI века. Нам потребовались миллиарды лет, чтобы оказаться в этом моменте. Людям потребовались тысячи лет, чтобы собрать воедино знания о нашем космосе, нашей планете и нас самих. Вы только посмотрите – ведь нам несказанно повезло очутиться во времени, когда мы так много знаем об окружающем мире. Представьте себе, сколько всего нам еще только предстоит открыть. Есть надежда, что глубокие ответы на глубокие вопросы – от природы сознания до происхождения жизни – мы получим уже довольно скоро.

6. К истокам эволюции

Где-то в 1960-е, в то время как все члены моей семьи сидели за обеденным столом и ели цыпленка, мой отец описывал сцену, которая, как мне кажется, была его версией поездки Дарвина на Галапагосские острова – решающее путешествие, в котором ученый осознал, что все живые организмы на планете взаимосвязаны. У моих бабушки и дедушки был довольно большой дом в Вашингтоне, округ Колумбия. Чтобы возобновить свои доходы во время Великой депрессии, моя бабушка начала сдавать комнаты молодым мужчинам, студентам или парням, только начинающим свою карьеру. Один из таких квартирантов частенько сидел за обеденным столом, небрежно роняя замечания о тесном сходстве голени цыпленка и человека, попутно проводя и другие смущающие анатомические параллели.

По легенде, мою бабушку эти наблюдения не смущали, и ее одобрение стало залогом признания ею эволюции и естественного отбора. Она была натуралистом и проводила много времени, изучая полевые цветы. Но мой дед, исправно ходивший в церковь, немало беспокоился на этот счет. Связь между людьми и курами буквально плевала (или клевала) в лицо его воспитанию, связанному с почитанием и посещением церкви. Квартирант других проблем не создавал и за квартиру платил всегда вовремя, но только вот эти его разговоры о курах… Они оказывали определенное влияние и на детей – моего отца, его брата и их друзей. Эти обеды дали моему отцу пищу для размышлений на всю оставшуюся жизнь.

Мой отец вернулся со Второй мировой войны и пошел работать продавцом. Тем не менее он часто называл себя «Нед Най – ученый парень». Моя мама в ту войну была лейтенантом ВМС. Ее пригласили на службу за выдающиеся успехи в математике и науке; позже она продолжила обучение для получения докторской степени. Так что я воспитывался в обстановке глубокого уважения к человеческой способности понимать разные вещи и решать разные проблемы. Я вырос в Вашингтоне и имел неограниченный доступ к библиотеке Смитсоновского института. Меня часто выгоняли… ну то есть отправляли покататься на городском автобусе, поощряли мои походы по музеям и разным достопримечательностям. Как любой ребенок, я был фанатом древних динозавров. Я думал о том, как это было бы здорово встретить одного из них в дикой природе. Можно сказать, эволюция уже была в моем сердце. С самого момента моего появления на свет я уже одной ногой стоял в

научной истории жизни на Земле. Неудивительно, что в конечном итоге я пришел к написанию этой книги.

Теперь посмотрим, как все было тогда, в первой половине XIX века, когда Чарлз Дарвин и Альфред Уоллес формулировали свои идеи. Они жили в то время, когда мало кто принимал биологическое значение ископаемых костей всерьез. Никто не знал истинного возраста Земли, и большинство древних существ, о которых мы знаем сегодня, пока еще не были обнаружены. Не было музеев, до краев набитых костями динозавров; скорее всего, не было привычных разговоров за ужином о физиологических параллелях строения человеческих и куриных организмов. Дарвин жил тогда, когда идеи, которые так пленяли меня в детстве, еще только начинали зарождаться в академических кругах.

На протяжении многих веков люди в Европе и других местах благоговейно считали, что мир всегда был примерно таким, каким он был на момент их жизни. Однако в конце XVIII века несколько мыслителей поставили под сомнение эти многовековые верования. Шотландский натуралист Джеймс Хаттон изучал Землю и ее природные процессы. Его принято считать первым геологом на Земле. Он пересмотрел идею о том, что Земля всегда выглядела одинаково. Мне порой нелегко следовать за мыслью в его сочинении, поскольку составлено оно в слишком витиеватой манере – определенно его слог был рассчитан на коллег, судите сами: «Время, служащее мерилом всего в наших фантазиях и часто недостаточное для наших планов, бесконечно для природы и никак иначе…»

Я бы выразил его мысль иначе: «Время участвует во всем, что мы делаем, и зачастую кажется, что нам его не хватает; однако в природе нет никаких ограничений на количество доступного времени…» Это понимание привело Хаттона к осознанию того, что формы рельефа, которые он исследовал, не являются творением Создателя, закончившего свою работу ровно в шесть дней, а затем отправившегося на заслуженный отдых. Изучая и документируя геологические явления, Хаттон пришел к выводу, что все они – результат несчетного количества лет постоянных геологических изменений. Он отвергнул стандартную версию, включающую в себя Всемирный потоп и отводившую на создание всего того, что мы видим сегодня, всего лишь несколько тысячелетий истории. Вместо нее он предложил гипотезу, что медленное и непрерывное изменение поверхности Земли происходило на протяжении веков, тысячелетий, миллионов лет.

Идея Хаттона называется «униформизмом» – она стала одним из

решающих оснований, на котором Дарвин построил свою теорию эволюции. Униформизм является воплощением идеи о том, что мир един и соответствует единому набору законов природы; в нем также скрывается еще одна идея, согласно которой законы природы, которые мы имеем на сегодняшний день, – это те же физические законы, что применялись миллионы и миллионы лет назад. Это совершенно не вписывалось в представления современников Хаттона (и нынешних креационистов тоже). Они считали, что Создатель мог легко менять законы природы в соответствии со своими планами или задачами. В этом случае естественные законы и естественная история Земли не могли оставаться постоянными. Для обоих научных парней – Неда Ная и Билла Ная – такая точка зрения была абсолютно необоснованной. Правда, у нас есть преимущество – целое столетие для развития человеческой мысли, – которое влияет на наши рассуждения.

В 1830-х годах британский ученый Чарлз Лайелл конкретизировал работу Хаттона. Я бы сказал, что Лайелл произвел калибровку мира. Он измерил скорость формирования отложений, оценил возраст слоев горных пород. Он задал временные рамки Земли. Лайелл описывал свои наблюдения ясно и с полным осознанием огромных временных масштабов, характерных для этих процессов. В свое знаменитое кругосветное путешествие на борту корабля «Бигль» Чарлз Дарвин брал с собой книгу Лайелла «Принципы геологии». Даже сегодня эта книга стоит на полке у многих геологов, моих знакомых. Труд Лайелла поистине прошел испытание (глубоким) временем.

Хаттон и Лайелл противостояли мощной академической традиции, которая рассматривала мир в совершенно иных, статических условиях. Если вы посетите Смитсоновский музей американской истории сегодня, вы увидите там статую Джорджа Вашингтона работы Горацио Гриноу, церемония открытия которой состоялась в 1841 году. Еще в детстве мне казалось, что статуя выглядит немного странно. Я имею в виду, разве Джордж Вашингтон носил древнегреческую хламиду (ну или тогу)? А вот его статуя носит. Древние греки пользовались таким почитанием, что в их честь люди, праздновавшие день рождения первого президента США, нарядили политика XVIII века в греческое одеяние, характерное для IV века до н. э. При таком отношении идеи Аристотеля о взаимоотношениях живых организмов прекрасно сохранились до времен Хаттона, Лайелла, Уоллеса и Дарвина.

Давайте вернемся в IV век до н. э., когда Аристотель сформулировал постулат о «scala naturae» – лестнице природы. Лестница из этого

латинского выражения является отнюдь не приспособлением для лазания. В данном случае речь идет о принципе, согласно которому объекты располагаются или отображаются снизу вверх, будучи организованными по уровню сложности. Здесь никто никуда не спускается и не поднимается; каждое живое существо занимает только свою ступень, подобно книге на полке. Аристотель наблюдал за необыкновенным, даже идеальным балансом природы и пришел к выводу, что Создатель или силы природы сами поместили каждое живое существо на свое место, где каждое и осталось. Все сошлось, как частички пазла. Наряду с такой организацией, однако, также существовала идея, что вещи со временем меняются. Дети растут, чтобы стать, например, ковбоями (или дискоболами). Следуя жизненным циклам, они растут и изменяются. Однако в более широкой перспективе все остаются на отведенных им местах. Все это – части совершенной лестницы природы.

Учитывая это совершенство, Хаттон неоднократно писал, что хотя Земля постоянно и меняется, этот процесс также является частью плана Создателя. Например: «Природа, поистине самый восхитительный и удивительный производитель живых организмов, будучи тщательно организованной в соответствии с физическими, механическими и химическими законами, не дает ни малейшего намека на детали своей работы, зато щедро делится ее плодами, ибо лишь одни они достойны милости всемогущего Господа…»

Представления Хаттона и Лайелла постепенно получали распространение. К концу 1830-х годов люди активно размышляли о философских и научных последствиях, вытекающих из весьма почтенного возраста Земли. Это выглядело примерно так: если поверхность Земли на протяжении долгих тысячелетий постепенно менялась, значит ли это, что живые существа типа нас также могли меняться с течением времени? В свою очередь, такие рассуждения могли также приводить к выводу, что сейчас, в данный момент, там наверху нет никого – да-да, и даже Бога. Вопреки представлениям античных философов, где все животные и растения, ища совершенства, стремились занять свое законное место на лестнице природы, мы все оказались лишь вспышкой на фоне гигантского временного отрезка, движущегося как в замедленной съемке.

Как и квартирант моей бабушки, многие наблюдательные люди отмечали связи и морфологические соотношения между различными животными и растениями. Так, например, в XVIII веке ботаник Карл фон Линней (или просто Карл Линней) составил схему, отображающую взаимосвязи одного типа организма с другими, которая позднее была

названа в его честь. Классификация любого существа в этой иерархии происходила на основе парного выбора. Чтобы поместить объект на очередной уровень схемы, ученому всего лишь надо было выбрать из двух вариантов – это животное или растение? Листья длинные или короткие? Шершавые или гладкие? С рисунком или без? Это как игра в 20 вопросов. Кроме того, система Линнея заставила натуралистов глубоко задуматься об отношениях между живыми существами. Вклад Линнея оказался настолько весомым, что в его честь было основано общество, которое до сих пор процветает.

К 1809 году, когда на свет появился Дарвин, некоторые натуралисты только начинали свои исследования, посвященные поиску взаимосвязей в отличиях живых существ друг от друга и возможным видоизменениям этих отличий, происходящих с течением времени. Земля казалась достаточно старой для таких изменений, но никто не понимал, каким образом один вид мог превратиться в другой, пусть даже времени на эту метаморфозу отводилось предостаточно. Был один исследователь, подошедший невероятно близко к ответу на этот вопрос, но позже исказивший основную идею, – об этом вы узнаете в следующей главе. После него появились Дарвин и Уоллес. И уже потом исследования продолжали такие ученые, как эстонский исследователь Карл Эрнст фон Баэр и философ Иоганн Гёте; еще позже появились Нильс Элдредж, Стивен Джей Гулд и многие другие; каждый из них внес свой вклад в историю науки.

Дарвиновская идея эволюции путем естественного отбора вызвала в обществе широкое увлечение идеей конкуренции в мире природы. В 8-й главе моей книги я уделил достаточно внимания этому вопросу. Идея конкуренции вдохновила появление теории «социального дарвинизма», предметом которой стала конкуренция в человеческой популяции (нередко встречаются расистские интерпретации этой теории, не имеющие ни малейшего отношения к тому, о чем на самом деле писал Дарвин). Меж тем Дарвин и сам начал размышлять о популяциях: не только человеческой, но и о популяциях любого вида, наблюдаемого в природе. Он обратил внимание на целый спектр межвидовых вариаций, привносимых в организмы посредством малейших изменений, крошечными шагами. Он понял, что вариации добавляются естественным путем, посредством последующего размножения представителей вида. Он также заключил, что популяции видов конкурируют за ресурсы. И в результате он сделал вывод, что наследуемые особенности, приносящие пользу организму, имеют больше шансов на проявление в потомстве этого организма, являясь той силой, которая приводит к эволюционным изменениям.

Хотя Дарвин и Уоллес пришли к идее эволюции практически одновременно, я понимаю, почему мы связываем теорию эволюции исключительно с именем Дарвина. (шляпу перед Уоллесом я сниму в следующей главе.) Книга Дарвина просто удивительна. «О происхождении видов путем естественного отбора» – ее полное название – включает в себя десятки мельчайших наблюдений и убедительных экспериментов, проведенных Дарвином лично. К тому же она прекрасно написана. Он оставляет читателю возможность сделать свои собственные выводы относительно того, реальна теории эволюции или нет. Вот для примера: «Я не вижу объяснения тому, что каждый вид со всеми его частями в современном состоянии был создан независимо от других. Но на основании того, что группы видов происходят от некоторых других видов и были модифицированы путем естественного отбора, мне кажется, можно пролить некоторый свет на этот вопрос…»

В своей книге Дарвин не берется утверждать о существовании либо отсутствии некоего создателя. Эту идею невозможно доказать или опровергнуть – так было и остается по сей день. Но то, что следует из стройных исследований Дарвина, способствовало формированию нового взгляда на мир, способного оценить и понять его. Возможно, есть некий разум, отвечающий за Вселенную, но теория Дарвина не обнаруживает никаких его признаков и даже не ищет их. Автором изысканного разнообразия и гармонии, царящих в природе, она считает саму природу.

Я знаю, что такая позиция не дает покоя множеству людей. Лично меня это просто ошеломляет и восхищает. Спустя 2400 лет, полных догадок и размышлений, человечество наконец открыло для себя этот фундаментальный аспект природы, найдя свое место среди живых организмов. Просто представьте, сколько еще не менее революционных открытий ожидает нас за следующим поворотом.

7. Ламарк и его ненаследование признаков

К тому времени, когда Дарвин уже довольно далеко продвинулся в своих исследованиях, его окружало множество натуралистов – те, кого мы сегодня, вероятно, назовем биологами, – которые занимались вопросом схожих форм и функций, наблюдаемых у растений и животных. Философы бились над вопросом происхождения жизни с момента расцвета античной Греции. Почти все они размышляли на тему того, как зародилась жизнь и как живые организмы оказались настолько взаимозависимыми. Исследователи наблюдали и записывали природные закономерности. Большая рыбка не может без маленькой. Белки не могут без деревьев. Люди не могут без еды, и природа дает им пропитание. Но как появилось все это огромное разнообразие живых существ; как все мы здесь очутились?

Обычно считалось, что живые существа обладают душой или метафизическими качествами, которые передаются от родителей к ребенку и даже от дерева к желудю. В сознании натуралистов XIX века постоянство было заложено в существование с самого начала, а изменения – нет. Однако они не могли не замечать, что изменения действительно происходят. Как могла природа или божество создать такое множество форм жизни? Неужели каждая из них наделена душой? Выражаясь на языке XIX века: как могло «единообразие» превратиться в «многообразие»? Открытие Дарвином естественного отбора стало результатом не только большого прорыва, сделанного в сознании того времени, но и множества параллельных исследований, в итоге просто не попавших в цель.

Многие предшественники Дарвина цеплялись за отдельные аспекты естественного отбора, не понимая фундаментальных основ этого явления. Наука не знает человека, который провел бы более эффектную работу по смешению истины и заблуждений, чем Жан-Батист де Моне, вошедший в историю под своим благородным наследным французским именем шевалье де Ламарк – или просто Ламарк.

Французский ученый середины XVIII века Ламарк предположил, что, когда животные и растения развивают определенные признаки или органы, те особи, которые используют эти органы чаще и более активно, будут не только улучшать функциональность приобретенных признаков, но и передавать своему потомству тенденцию к улучшению или укреплению этих органов. Видимо, он обратил внимание на мускулистые руки и плечи

кузнецов, которые вполне соответствовали их образу жизни, напрямую связанному с молотком и наковальней. Он ожидал, что дети кузнеца должны унаследовать сильные руки и широкие плечи или, как минимум, способность к их развитию. На этом основании он сделал более обширное заключение относительно всего мира природы.

Несложно понять, почему Ламарк размышлял подобным образом. Все мы знакомы с людьми, которые пошли по стопам своей матери или отца. Если ваш отец – кузнец, вы с детства будете знать о работе с металлом куда больше, чем любой среднестатистический человек. Достигнув совершеннолетия и встав перед выбором профессии, логично предположить, что вы будете иметь преимущество над другими потенциальными кузнецами. Такой вывод подкрепил умозаключения Ламарка. На сегодняшний день в Главной лиге бейсбола есть очень много успешных игроков, отцы которых в свою очередь тоже были отличными игроками лиги. Возможно, это как-то связано с постоянным присутствием бейсбольной культуры в быту и детальным знанием правил в дополнение к наследованию телосложения, подходящего для игры; все эти факторы в совокупности могут привести к тому, что сын пойдет по стопам отца. Можно предположить, что чем больше вы что-то делаете – машете битой или долбите молотком по наковальне, – тем больше вы в этом преуспеете. Вместе с тем можно сделать вывод, что дети кузнецов, бочаров или метателей шаров будут, как правило, наследовать способности родителей. Если это справедливо в отношении людей, то в отношении животных это тоже должно работать, не так ли?

Стремясь связать причину и следствие, Ламарк сделал предположение, что эта возможная способность изменять или модифицировать черты, переданные потомству, сформировалась под воздействием *усложняющей силы*. Если животное желало, например, есть определенные листья, то оно старалось развить подходящий вид зубов, а потом передать этот полезный признак своему потомству. Это стало называться наследованием приобретенных признаков. Под этим подразумевается природное стремление или фактор, помогающий последующим поколениям усваивать полезные модификации, которые появились благодаря усилиям предыдущих поколений.

Предположение Ламарка помогало заглянуть в механизм того, каким образом вид мог изменяться. Ученый пытался понять конкретные средства, с помощью которых организм усложнялся и становился более специфичным и эффективным по мере размножения. Для меня знаковым примером является жираф (*Giraffacamelopardalis*). Представьте себе, что вы

философ из Центральной Европы и впервые увидели жирафа; из-за своей внешней непритязательности и дружелюбности это животное просто завораживает. Взглянув на жирафа, вы непременно задались бы вопросом: почему у него такая длинная шея? Почему она не похожа на шеи собаки, кошки или коровы? В конце концов, мы же не видим, чтобы жирафы активно растягивали свои шеи, пытаясь заставить их расти. Они просто такими рождаются. Если отрезать хвост мыши, ее потомство будет все равно рождаться с хвостами. Если широкоплечая семья перестанет заниматься кузнечным ремеслом, у их потомков по-прежнему будут широкие плечи. Идеи Ламарка не выдерживают научной проверки.

Теперь мы знаем, что шея жирафа, как и все его физические атрибуты, контролируется генами, а живые организмы в природе изменять свои гены не могут. Любые организмы – актинии, светлячки, гигантские кальмары, миниатюрные пудели и люди – вынуждены играть теми картами (генами), которые им раздали. Дарвин смог понять то, что Ламарк упустил, а именно – усложнение организма происходит очень медленно, через многие поколения, а не быстро, в пределах одной особи. С учетом вышесказанного следует отметить, что исследователи совсем недавно обнаружили весьма интригующий поворот в науке. При особых условиях и до определенного момента наследование *может* работать так, как думал Ламарк. Хотя сами гены не могут меняться самостоятельно, механизм активизации этих генов может изменяться в пределах жизненного цикла одного организма. Такие изменения называются эпигенетическими, то есть идущими извне.

Не слишком отдаленное будущее сулит возможность другого пути изменения генов. Ученые работают над генной терапией – способностью менять ДНК для устранения или предотвращения заболеваний, корректировки или улучшения генов. Когда-нибудь ученые смогут производить изменения так называемой зародышевой линии, что в свою очередь приведет к появлению у ваших детей новой ДНК. Что это – кошмар или мечта? Бред или спасение? Возможность генетических модификаций немыслима без научно грамотной общественности. Пожалуйста, следите за новостями и голосуйте!

Итак, вернемся к нашим жирафам в их естественной среде обитания. Я не раз бывал в Африке и наблюдал за жирафами в природе – так вот могу сказать, что не нужно быть слишком наблюдательным, чтобы заметить, что жирафы едят листья с ветвей, находящихся довольно высоко от земли. Они используют свои шеи, чтобы достать листья, до которых другим животным добраться намного сложнее. Если бы вы были кошкой, вы могли бы забраться по тем ветвям и начать свою трапезу. Хотя это было бы гораздо

сложней. И кстати кошки, как правило, питаются другими животными, а не сочными листьями акации. Жирафы обладают другой весьма примечательной особенностью, о которой я даже не знал, пока мне на нее не указали. У этих животных очень жесткие язык и губы. Они могут ухватиться ртом за толстую ветку акации и просто проехаться губами по всей длине, по пути собирая все растущие на ней листья. Но дело-то вот в чем: африканские акациевые деревья имеют крупные и острые шипы. Мы даже руками не сможем схватиться за эти ветви, не говоря уже о языке – такое даже представить страшно! А вот жирафы смогут.

Рассуждая подобно Ламарку, можно предположить, что жирафы, которых мы видим сегодня, получили свои длинные шеи в результате растягивания соответствующих мышц. Можно подумать, что просто вытягивая шею в поисках еды, жирафы естественным образом делали их длиннее – и это передавалось и их потомству. Но не тут-то было. Правильный ответ на этот вопрос нашел Дарвин: предки наших современных жирафов, шеи которых были длиннее, чем у их современников, могли добираться до чуть более высоких ветвей акаций по сравнению с другими членами жирафового стада. Жирафы с более длинной шеей были успешнее – пусть даже чуточку успешнее – в получении необходимого пропитания. А значит, они оказались успешнее и в вопросе потомства.

Эволюционное давление, в данном случае обусловленное более длинной шеей, вероятно, стало более заметным в условиях, когда запасы продовольствия оскудевали. Представьте себе засуху в саванне – африканский пейзаж, который для европейца или американца будет выглядеть как нечто среднее между лесом и степью. В период засухи листья на деревьях становятся более мелкими и менее сочными по сравнению с периодом дождей. В этой ситуации все животные, которые питаются листьями акации, начинают объедать листья с нижних веток деревьев. И только жирафы, которым повезло с чуть более длинной шеей, могут продолжать питаться листьями с высоких веток, до которых другие, не такие рослые животные их окружения, достать не могут. Поэтому, когда скудный запас листьев с нижних веток подходит к концу, низкие животные начинают голодать, в то время как высокие члены стада получают большее количество пищи вместе с возможностью иметь более здоровое потомство.

Теперь представьте, что такая засуха случается каждый год на протяжении, скажем, десяти лет. Климатические явления Африки, как и Северной Америки, зависят от действия феномена Эль-Ниньо[4] в западной части Тихого океана. Такие явления могут длиться в течение многих лет. На

протяжении нескольких сезонов стадо (популяция) жирафов будет испытывать проблемы с пропитанием. В этом случае выжить смогут только высокие особи. Давление отбора станет максимально высоким. Здесь высоким животным не нужно будет стараться быть лучшими, чтобы выжить, – они просто будут единственными, кто выживет в условиях засухи. Более низкие члены стада вымрут всего за несколько лет. И гены их тоже исчезнут.

Эта идея в упрощенном виде показывает, как изменения в окружающей среде удивительно быстро могут произвести отбор подходящих генов. Вы не можете растянуть себе шею, чтобы потом передать эту особенность своим детям. У вас должны быть гены длинной шеи (или более длинной шеи), чтобы они могли отразиться в вашем потомстве. Бедный Ламарк, каким бы умным он ни был, так и не смог понять, как на самом деле работает этот процесс. И тем не менее сегодня мы не можем не отдать должное Ламарку хотя бы за его интерес к этой проблеме, за его размышления на эту тему.

Если уж мы говорим о жирафах, то нам следует отметить еще один замечательный и важный момент, имеющий большое значение для эволюции и выживания «пригодных» особей. Это прискорбное языковое совпадение, что «выживание наиболее приспособленных» звучит так хорошо, поскольку в задачи произвольного естественного варьирования не входит создание идеально или лучше приспособленных особей. Эволюцией движет идея «приспособления к лучшему» или «к достаточно хорошему».

Если взглянуть на анатомическое строение жирафа, можно заметить множество весьма интересных особенностей. Во-первых, несмотря на то что у жирафа очень длинная шея, позвонков у него всего семь, как у вас или у меня. По сути, его шея ничем не отличается от нашей. Это говорит о нашей общей родословной. Когда-то давным-давно на Земле обитали позвоночные (то есть имеющие позвоночник) млекопитающие, которые стали предками как для жирафов, так и для нас с вами. Семь позвонков – не так уж много для такой длинной шеи, как у жирафа. Малое количество позвонков компенсируется их размером, и в результате большие кости значительно ограничивают гибкость самого животного. Но эволюция заставляет всех нас жить с тем, что мы имеем.

И в результате нерв, связывающий ваш мозг с гортанью – возвратный гортанный нерв, – идет от мозга вниз, проходит вдоль самой гортани, словно тротуар вдоль автострады, спускается к сердцу, огибает аорту, а затем возвращается обратно в шею, где наконец соединяется с гортанью. Да, он действительно идет именно так. Такой же нерв есть и у рыбы, но у

нее, в связи с отсутствием шеи, он проходит совсем коротким маршрутом. С течением эволюции шеи некоторых животных становились длиннее. Жабры видоизменялись так, что могли получать кислород из атмосферы, а не из воды. При этом нерв сохранил свое положение и свой маршрут – вниз от мозга, вокруг сердечной артерии и обратно к гортани. И это еще одно следствие эволюции: каждое последующее поколение является прямой модификацией того, что было прежде.

У жирафа вообще кошмар: нерв идет от мозга вниз, спускаясь в грудную клетку, такую же, как и у нас с вами, огибает сердце животного и возвращается к его гортани. Можете себе представить длину такого маршрута? По прямой он составляет не более пяти сантиметров! Но раз уж и мы, и жирафы происходим от одного предка с определенным строением нервных соединений, то в конечном счете мы получаем систему, которая на первый взгляд для нашего организма выглядит довольно странно. Хотя, если рассуждать логически, ничего странного в этом нет.

Как и с шеей жирафа, механизм естественного отбора должен работать и в отношении его языка и губ. Язык каждого поколения протожирафа – предка современного жирафа – становился все более жестким. Жесткий язык позволял протожирафу добывать больше листьев с высоких ветвей акаций. В результате появилось поколение жирафов, которые могли питаться самыми верхними и колючими листьями акации.

Чтобы как следует разобраться в этом механизме, попробуйте провести небольшой мысленный эксперимент. Представьте себе велосипед. А теперь представьте двухколесную тележку типа той, с которой покупатели иногда ходят на рынок или в магазин. Вообразите, что эта тележка должна превратиться в велосипед, изменяясь в соответствии с эволюционными принципами, – как будут выглядеть эти изменения? Сначала каркас тележки придется растянуть, придав ему форму параллелограмма или чего-то подобного: колеса при этом должны располагаться друг перед другом, а не параллельно. К тому же колеса нужно увеличить, а шины наполнить воздухом. Возможно, придется как-то изменить ось, чтобы добавить цепь. Вероятно, верхняя жердь ручки должна каким-то образом превратиться в перекладину велосипедной рамы. И вообще, весь каркас тележки должен стать толще, превратившись в велосипедную раму, поскольку ему придется выдерживать вес человека и неравномерную нагрузку, когда тот будет скакать на велосипеде по неровной дороге.

В этой работе необходимо соблюдать важное эволюционное требование: на каждом этапе, после каждого изменения, которое вы

вносите, тележка должна оставаться функциональной. Оно должна оставаться на ходу. Она должна годиться для использования в магазине. В противном случае тележка сойдет с дистанции. Если в какой-то момент она перестанет ездить или потеряет возможность управления ей и если не найдётся никакого практического способа удержать ее в равновесии, вам придется отказаться от нее. Вы просто выбросите ее на обочину, где ей не останется ничего иного, как ржаветь в дорожной пыли. А вы будете вынуждены вернуться к одной из предыдущих версий и попробовать все снова. Конечно, вам придется сохранять большую часть оригинального дизайна и вносить изменения посредством приращения. Именно так все и происходит в природе – в ней нет неторопливого конструктора, который сможет разобрать и заново собрать механизм, если он не работает. Вместо этого каждая версия должна быть «пригодной». Каждое поколение стремится выжить и тем самым сохранить свой вид или тип организма в нашем мире.

Вот почему шея жирафа так похожа на нашу шею, на шеи собак и лошадей. Если приглядеться, наша шея похожа и на рыбью. Все мы – потомки общего предка, жившего на Земле в древние-предревние времена. Подобная структура шеи наверняка не устроила бы человека-конструктора или человека-инженера, если бы он заново создавал этот мир. Но как только принять идею, что эволюция работает не так, как работал бы человек, все немедленно встает на свои места.

Эволюция проявляется в тот момент, когда каждое новое поколение взаимодействует с окружающей средой и размножается. По крайней мере, в этом Ламарк оказался прав. Те созданные природой варианты, что выживают, чтобы размножаться, передают свои гены в будущее. Те, что размножаются не так удачно, исчезают; вместе с ними исчезают и их гены. Это выживание в стиле «не отступай или проиграешь».

8. Мой выпускной и половой отбор

Будучи типичным ботаном, я и не предполагал, что пойду на школьный выпускной. И все-таки я туда отправился. Наверное, решиться на это мне помогла умопомрачительная длина ног моей одноклассницы Литы. Конечно, мы не виноваты, что так зациклены на сексе. Это всего лишь наследие наших предков. А еще это очередной распространенный эволюционный признак. Это то, от чего мы не можем освободиться.

В связи с этим мне вспоминается день на пляже в Дэлауэйр, когда я увидел, как загорала кузина моей матери Моник. В то время мне было около семи лет. Моя бабушка родом из Франции, так что двоюродная тетя тоже была француженкой – в ней чувствовался определенный европейский стиль. Было и еще кое-что: Моник тогда было чуть за двадцать, и она носила бикини (я бы с удовольствием проиллюстрировал этот сюжет, но, боюсь, недостаточно опытен в подобных зарисовках). Помню, что взрослые уставились на меня, потому что я уставился на нее. Даже сейчас я вспоминаю, что и сам не понимал тогда – чего я на нее таращусь? Конечно, в тот момент она и сама была еще сущим ребенком. Но в тот момент я определенно не чувствовал того, что ощущал в подобных ситуациях, будучи подростком. Я просто тупо таращился. И это я принимаю за неопровержимое доказательство того, что наш мозг запрограммирован на поддержание или осуществление полового отбора даже без нашего осознания.

После естественного отбора половой отбор является второй фундаментальной идеей в теории эволюции Дарвина. Половой отбор – это процесс, посредством которого организмы одного вида выбирают гены, которые они хотят передать своим последующим поколениям. Это то, чем дни и ночи напролет так активно занимается множество особей на планете.

В широком смысле естественный отбор – это взаимодействие между организмами и окружающей средой. Теперь, спустя столетие после Дарвина, мы могли бы описать этот процесс как взаимодействие между организмами и их экосистемами. Чуть лучше приспособленные организмы вытесняют чуть менее приспособленные. Это происходит тогда, когда случайные процессы производят гены, которым удается отлично вписаться в окружающую среду и экосистему, существующую на тот момент времени. Это было самым крупным озарением Дарвина и до сих пор является краеугольным камнем в современном понимании того, что движет

эволюционными изменениями.

Но, наряду с взаимодействием между особями и экосистемами, существует еще одно взаимодействие – между особями и другими особями в пределах вида. Они конкурируют друг с другом ради получения энергии и возможностей, которые позволяют им размножаться. Для растений основными ресурсами являются солнечный свет и питательные вещества в почве. Для маленькой рыбы таким ресурсом может быть зоопланктон или мелкие морские животные. Для крупной – это маленькая рыбка. Для вас и для меня – это еда и вода. Но с эволюционной точки зрения никакое количество солнечного света, удобрений, питательной пищи или уютных одеял никогда не будет достаточным. Организмы должны передавать свои гены, чтобы иметь наследников, – так их гены будут сохраняться в генофонде. Ради этого растения и животные пойдут на все.

В Библии есть знаменитый пассаж, посвященный полевым лилиям. В Евангелии от Матфея говорится о том, что эти прекрасные цветы сами «ни трудятся, ни прядут», а красивы, хоть и недолговечны. Так и последователям Христа не следует беспокоиться о вещах насущных, в частности, о своих одеждах, доверяя этот вопрос своему Создателю.

Каким бы прекрасным ни был этот отрывок из Библии, в нем упущен один важный с точки зрения природы и эволюции момент – половой отбор. На самом деле лилии, как и любой другой организм с половой принадлежностью, изо всех сил работают над вопросом спаривания. Вы только представьте себе, сколько энергии растение вкладывает в создание цветка. В принципе, листья и хвоя нужны зеленым растениям для того, чтобы собирать солнечный свет. А все остальные устройства, такие как стебли, стволы или ножки, так или иначе служат для поддержки этих листьев или хвои. Так что же еще нужно делать растению, кроме того, чтобы впитывать свет? Ответ прост: создавать новые растения, что, в свою очередь, не так уж просто.

Ради размножения растения пойдут на все. На образование цветков лилия тратит большое количество энергии. Для дуба создание тысячи желудей – настоящий подвиг. Кстати, в вопросе размножения эти деревья всерьез рассчитывают на белок, которые забывают, где они припрятали собранные желуди, и в результате рядом вырастают новые молодые дубки. Яблони и апельсиновые деревья выращивают привлекательные плоды, чтобы кто-то типа меня или вас, съев вкусную мякоть фрукта, выплюнул семечку куда-нибудь в подходящее место с влажной и удобренной почвой. Пальмы создают прочные кокосы размером с пушечное ядро, которые при необходимости могут доплывать до других островов, доставляя и туда свое

семя. Только представьте, сколько энергии сэкономили бы лилия или кукуруза, если бы им не пришлось заниматься вопросом всех этих семечек и косточек.

И еще кое-что. Организмы не просто выращивают жизнеспособные семена. Организмы выращивают целые структуры – цветы, пестики, тычинки, яйца и пыльцу, – чтобы заложить в семена смесь генов, прежде чем они отправятся в свой путь. И все это напрямую связано с половым вопросом.

Древесные стебли розового куста служат каркасом растения. На стеблях имеются шипы, которые не позволяют животным лазить по кусту или устраивать в нем свои гнезда. Создание таких стеблей требует определенной энергии. Но только представьте себе ресурсы и энергию, которые розовые растения затрачивают на создание своих сложных цветков и плодов с семенами. Привлекательные цветы нужны им не для того, чтобы уберечься от микробов или выстоять в схватке с холодной и суровой зимой; они нужны им для того, чтобы смешать свои гены с генами других особей, отобранных ими по половому признаку. С помощью цветков они привлекают опылителей – пчел или птиц, – которые задерживаются у растения, чтобы набрать немного нектара, а затем, улетая, переносят вместе с собой пыльцу.

Апельсины такие сладкие и яркие, а овечья шерсть такая мягкая и уютная, что совсем несложно представить себе наших предков, верящих в то, что все вокруг создано лишь для них. Но это совсем не так. Экосистемы появляются, сохраняясь на протяжении огромного количества времени. Мы же приходим всего на несколько десятилетий. Наши предки, по крайней мере, те, кто имел отношение к созданию того пассажа из Библии, просто не понимали, что все кажется таким ладным и гармоничным только потому, что в течение эпох развитие шло от простого к сложному. А половое размножение способствовало тому, что все это стало происходить значительно быстрее или даже чуть более эффективно, чем это могло быть или когда-то было.

Появившись, по крайней мере, 1,2 млрд лет назад, половое размножение распространилось среди живых существ: я имею в виду, оно стало повсеместным. Мы можем только предполагать, как оно появилось. Под микроскопом легко можно различить, как бактерии обмениваются друг с другом генной информацией через крошечные отростки, напоминающие микроскопическую трубочку или струну. Эти отростки называются «фимбрии», или «пили» (pilus), от латинского «волос». Несложно представить, как бактерии передают по этим трубочкам крошечные

частицы генов. Теперь вообразите, как одна бактерия с большой скоростью переправляет другой малюсенькие фрагменты генов, в то время как вторая отправляет ей более крупные, а значит, более тяжелые частицы с меньшей скоростью. Кажется, будто бактерии делятся друг с другом своими частицами, но на самом деле они взаимодействуют как донор и реципиент. Представьте: первая бактерия через свою фимбрию посылает второй несколько генетических молекул, а через несколько минут бактерия-реципиент разворачивает эти молекулы и посылает другую, уже обработанную генетическую информацию своему донору через свою (уже другую) фимбрию.

Видимо, такой обмен генами, при котором одна бактерия отправляла множество мелких бит информации в обмен на один более тяжелый и крупный бит от другой бактерии, появился в первобытные времена. Судя по всему, такая практика давала преимущество микробам, которые разбились на две группы – доноров и реципиентов. Представители обеих групп были более успешными в сравнении со своими сородичами, которые продолжали практику гермафродитизма, где оба организма находились по одну сторону генетического обмена, заключающегося в пересылке цепочек генетического кода большой или средней длины. По-видимому, специализация способствовала увеличению эффективности. Продолжая в том же духе, эти примитивные обитатели Земли придумали половое размножение. Оглянитесь вокруг, и вы увидите, что этот обмен мелких фрагментов генетического кода на один крупный элемент работает более чем успешно (эта его успешность не настолько очевидна, но об этом позже). Половое размножение дало живым существам преимущество. Иначе ни его, ни нас с вами здесь бы не было.

Разобравшись в вопросе пола, понять механизм полового отбора несложно. Он позволяет особям выбирать партнеров в пределах своего вида, а самим организмам дает возможность конкурировать в естественной среде или открытой экосистеме. Половой отбор также можно рассматривать как еще один фильтр, предшествующий естественному отбору: прежде чем потомство появляется на свет, чтобы убедиться в своей «пригодности» и способности произвести свое собственное потомство и таким образом продвинуть свои гены вперед, в будущее, его родители должны выбрать друг друга. Если они этого не сделают, потомства не будет.

Скорость полового отбора способствует не только поразительному разнообразию, которое мы наблюдаем в природе, но и усложнению организмов. Потомство, скрывающее в себе новые комбинации генов, которые предлагают преимущество их обладателям над сородичами в

вопросе эффективного использования ресурсов экосистемы, определенно ожидает успех. Если они будут потреблять окружающие ресурсы, такие как питательные вещества и воду, быстрее или эффективнее, по сравнению с соседями, логично, что их генетические инновации постепенно будут становиться все более сложными, поскольку они смогут поддерживать все более сложные гены.

Так же, как и я, вы, вероятно, зададитесь вопросом: а почему полов только два? Если с точки зрения эволюционного разнообразия, борьбы с паразитами, усложнения вида, конкуренции два пола лучше, чем один, то почему их не может быть три или четыре? Ведь тогда скорость генетических инноваций у всех живых организмов просто зашкаливала бы. На первый взгляд это кажется разумным – по крайней мере, для меня. Но мы должны помнить о том, что с помощью естественного отбора в целом и полового отбора в частности эволюция может позволить организму усложняться, отталкиваясь лишь от конкретного его состояния на момент размножения. Вероятность одновременного взаимодействия нескольких особей из разных поколений, возможно, слишком мала либо предлагает не слишком большие преимущества по сравнению с более быстрой схемой «один на один», и поэтому у нас только два пола. Следующее поколение организма может производить инновации только на основе того уровня сложности, которым обладали его предки. И речь идет не о выживании абсолютно приспособленных поколений «многородительной» схемы, если такую можно себе представить. Речь о выживании «пригодных».

Хотя большинство из нас, землян, чаще всего имеет дело с двумя полами, в мире грибов все обстоит несколько иначе. Конечно, у них происходит одновременное взаимодействие двух особей. Но также у них есть то, что в настоящее время называется типами спаривания. Они могут быть сексуально совместимы со многими организмами, обладающими различными типами спаривания. В этом смысле такой организм, как пластинчатый гриб, имеет 28 тысяч различных полов, то есть 28 тысяч типов спаривания. Для нас, двуполых существ, это удивительно. В целом, кроме грибов с их необычным способом совместного использования генов, другие существа, подобные нам, имеют дело только с двумя полами – мужским и женским.

Несомненно, в вашей жизни не раз были моменты, когда вам очень хотелось создать копии того, что вы сделали сами. Это могли быть штакетины забора, рукописные приглашения на день рождения или навигационные системы лазерного гироскопа для небольших самолетов. Приступая к очередной задаче, вы, вероятно, планируете позже

продублировать свой результат. Сделать из одного два. То же самое справедливо и для природы. Предположим, молекулы использовали химическую энергию окружающей среды, чтобы сделать копии самих себя. Они сделали копию, и это всего лишь одна копия. Затем эта копия может сделать еще одну копию и т. д. Мы говорим сейчас о молекулярном уровне. Итак, модель, возникшая миллиарды лет назад – да-да, не миллионы, а миллиарды, – это молекула, которая делится пополам.

Бактерии, генный обмен которых, вероятно, привел к появлению полов, могли делиться своими генами только с одним партнером в конкретный момент времени. Среди них мы не встречали бактерий, которые делились бы генами с несколькими партнерами одновременно. И сегодня мы видим только два пола.

Природа в результате пришла к формированию молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты, ДНК. Итак, простое деление стало благоприятной и неотъемлемой частью процесса. А с ним и двоичная комбинация. Это то, что происходит в природных системах без нашего участия. То же самое работает и в отношении человеческих систем. В матчах чемпионата мира по футболу одновременно участвуют две команды. В любом спортивном турнире происходит то же самое. Трудно представить, что такая система может работать иначе. Если на поле окажутся три команды, какое-то время они смогут играть. Но довольно скоро одна команда объединится с другой, и конкуренция превратится в противостояние «один на один».

Конечно, в покере или на скачках у нас может быть больше участников. Но раз уж вся эта «половая» история началась с пары, отменить работу такого механизма будет нелегко. Другими словами, раз уж молекулы начали размножаться путем деления, третьей молекуле или команде конкурировать с двоичной системой было бы нелегко. Не исключено, что на планете, находящейся на орбите какой-нибудь другой звезды – к примеру, на спутнике Юпитера Европе, – существует экосистема с трехполой системой. Айзек Азимов изящно исследовал такую концепцию в своем романе «Сами боги». Хотя двоичное устройство, пожалуй, является результатом самостоятельной работы природы по классификации.

Возвращаясь к двум командам – сколько книг и опер, игр и новостных обзоров было посвящено битве полов. Если бы не эволюция, периодические, а порой даже постоянные сложности с гармонией в отношениях мужчины и женщины до сих пор оставались бы загадкой.

Мы все должны выбирать себе партнера. Те из нас, кто не выберет, не отправит свои гены в будущее. Женщина, по-видимому, вынуждена

выбирать себе такого партнера, который сможет обеспечивать ее саму и ее потомство. По крайней мере, такое поведение или мотивация будет соответствовать принципам полового отбора. Человек-мужчина выбирает себе пару, которая, по его расчетам, подойдет для дальнейшего продвижения его генов. Женщина вынуждена делать свои гены более привлекательными, как говорится, «набивая себе цену». Но на самом деле… все хорошо в меру.

Оглядитесь вокруг. Огромная часть того, что происходит в нашем обществе, мотивирована процессом полового отбора. И столько разных незначительных, а порой и весьма значительных деталей влияет на этот процесс: тушь для ресниц. Дорогие часы. Роскошные туфли. Спортивные автомобили, духи, юбки, галстуки, джинсы, сапоги и т. д. Теперь сравним нас с кем-нибудь еще. Под «кем-нибудь еще» я имею в виду собак или кошек, львов или тигров, медведей… или кальмаров и китов. Все животные и все растения вокруг имеют сезоны для спаривания. Мы, люди, судя по всему, – нет. Наши дети появляются на свет круглый год, в любой сезон, в любое время. Почему? Почему у нашего вида такая бешеная половая активность?

Одной из основных версий является предположение о том, что это артефакт. Это результат «пригодности», сформировавшейся в процессе эволюции. Возможно, битва полов настолько очевидна потому, что у всех нас оказался слишком большой мозг (по сравнению с другими животными – и, конечно, моим бывшим начальником). Этот мозг позволяет нам осознать наше место в системе вещей, что каким-то образом приводит к появлению сомнений, проявлению альтруистических порывов, преданности и способности ошибаться. Чтобы не дать нам забыть о размножении, наши сексуальные процессы отбора включены 24 часа 7 дней в неделю. Что бы это ни значило, это работает. И тем не менее, несмотря на наши страдания, разбитые сердца, измены, интриги, семейные проблемы и другие отвлекающие факторы, человеческий вид воспроизводится с огромной скоростью. За десять тысяч лет численность людей на Земле разрослась от нескольких миллионов до более чем семи миллиардов. По-видимому, половой отбор просто выкрутил наш тумблер размножения до отказа.

И оттого я, жертва эволюции, все-таки умудрился пойти на бал. Признаюсь, что это было меркантильно. Моя партнерша тусовалась с ребятами из старших классов, и поэтому когда подошло время выпускного вечера, все они уже были в колледже и не могли составить ей компанию. Вот я и пригласил ее, а она и согласилась. Наверное, каждый из нас просто

не мог отказать себе в удовольствии. Недавно я увидел ее на встрече выпускников, и она по-прежнему была, как говорится, очень даже ничего себе. Наверное, все это хранится в белке, который отвечает за воспоминания в моем сексуально увлеченном мозгу.

9. Гипотеза Черной Королевы

В предыдущей главе я рассказал о том, когда произошло половое разделение, проследил его развитие, но, как вы, конечно, заметили, не уделил внимания вопросу «зачем?». Зачем всем нам – я имею в виду, всем организмам – иметь пол? Количество энергии, которое мы вкладываем в его обслуживание, просто сумасшедшее. Мы тратим миллиарды на помады и средства для волос. Примерно каждый третий рекламный ролик в любом масс-медиа посвящен автомобилям, обладающим сексуальной привлекательностью. Мы гладим брюки, ухаживаем за ногтями и стараемся всегда приятно пахнуть – и все это лишь для того, чтобы привлечь партнера, с которым мы сможем заняться половым размножением и создать потомство. Почему мы готовы на все ради привлечения партнера? Почему бы нам просто не расслабиться и не позволить этой жизненно важной задаче решиться самостоятельно? Почему наши губы не могут быть просто губами, а автомобили – просто автомобилями?

Неужели секс – это единственный способ размножения? Почему люди не могут просто делиться пополам – поделиться своими ДНК, костями, мышцами, мозгом и всем остальным, как это делает любая бессознательная или, наоборот, весьма уважающая себя бактерия? Отделяясь, частицы будут образовывать новые мембраны и клеточные стенки. У каждого – я имею в виду, у каждого из двух индивидуумов, получившихся от оригинала, – образуется копия ДНК родителей. Если вам трудно представить себе взрослого человека, подумайте о генетически идентичном ребенке, отпочковавшемся непосредственно от своей матери или отца. Не вижу причин, почему этот принцип не может работать в большем масштабе, но тем не менее вместо этого мы остаемся такими, какие есть, в окружении накачанных ботоксом губ, полированных ногтей, причудливых ароматов, абонементов в тренажерный зал, спортивных автомобилей и всего остального.

И это лишь поверхностные примеры из нашей человеческой жизни. Куда значительнее с планетарной точки зрения усилия миллиардов видов здесь, на Земле, использующих энергию Солнца и почвы, чтобы создать лепестки цветов, пестики и тычинки, соорудить биолюминесцентные отростки, вырастить на ветках сочные плоды, которые какой-нибудь тип вроде меня сможет легко сорвать, взять с собой куда-нибудь, съесть и выплюнуть семечки там, где они могли бы найти благодатную почву для

своего потомства. К чему такие сложности?

Лосось плавает себе и плавает. Он проводит большую часть своей жизни, поедая других рыб, а его цель – найти партнершу, с которой он сможет проплыть вверх по течению, устроиться на галечном ложе, оплодотворить ее своей молочной спермой и затем погибнуть. К чему такие сложности? И вот знаете, совсем не смешно, но оплодотворение у слонов – настоящее физическое испытание. А беременная слониха – это вообще кошмар, она же становится просто огромной! Так к чему такие сложности?

Позвольте мне заявить, что на момент написания моей книги никто наверняка не знает, почему такие организмы, как вы, я, броненосцы и деревья, имеют пол и половое размножение. Если говорить в общем, то в результате полового размножения появляется потомство с новым наборов генов, который по сути отличается от генного набора родителей. Это предлагает больше возможностей для инноваций, способных привести к более успешному последующему поколению. Каждый новый набор генов позволяет отсеивать генетические ошибки.

И тем не менее у нас есть замечательная теория полезности полового размножения, теория, которая помещает его в общую картину теории эволюции. Это теория выживания наиболее приспособленных, выживания тех, кто лучше всего приспособлен для этого мира, в частности для конкретной экосистемы. Это конкуренция. И основной конкурент одного вида редко является проблемой для других видов: люди не сильно беспокоятся по поводу соседства со львами, тиграми и медведями. Зато нашими заклятыми врагами являются микробы и паразиты. Это то, что может нас убить или лишить нас возможности производить потомство или заботиться о нем.

Мы не единственные организмы, обеспокоенные вопросом вирусов и паразитов. Всего лишь облизнув свои губы, вы можете собрать языком около миллиона вирусов, которые определенным образом атакуют бактерии. Издавна они называются бактериофагами, или, для краткости, просто фагами. (От греч. *phage* – «поедать». Фаги поедают бактерии изнутри.) Иными словами, даже бактерии, такие относительно несложные одноклеточные организмы, испытывают огромные трудности с фаговыми вирусами, единственная функция которых – завладеть метаболизмом бактерии и использовать его для самовоспроизведения.

Отличительной чертой фагов является их специфичность. То есть конкретный фаг атакует только определенный тип бактерии. Фаг определяет тип белка конкретной бактерии, а затем прилипает к нему. Основой защиты бактерии против фага может стать какое-либо изменение

или перестройка структуры белка на его наружной мембране. Люди не могут изменять себя подобным образом. Вместо этого их потомки могут модифицироваться при копировании ДНК. Случайные изменения могут оказаться полезными или бесполезными в противостоянии фагам. Обратите внимание, мы говорим о бактериях. Они могут и не изменяться от поколения к поколению. Но зато они размножаются как сумасшедшие, численность большинства видов удваивается в течение всего лишь нескольких часов – таким образом бактерии производят почти бесчисленное количество потомков. Среди них многие получат новые конфигурации неидеально скопированных генов, и некоторые из них смогут противостоять фагам, которые еще недавно могли убить их предков, или просто стать для них незаметными.

Именно это быстрое размножение бактерий, вирусов и других не слишком сложных паразитов может причинить большие неприятности нашему организму. Где-то в глубинах нашего тела микробы могут начать размножение и обнаружить идеальные гены с белковыми структурами, которые отлично подходят для нашего заражения. Тем временем крупные организмы, такие как вы, я и секвойи, не могут размножаться в течение нескольких часов. У нас этот процесс занимает долгие месяцы, а для повторного размножения – даже годы. Таким образом, чтобы оставаться на плаву, мы, а точнее наши предки, были вынуждены придумать другую схему, способную защитить нас от фагов, которые только и ждут, как бы завладеть нашим клеточным метаболизмом и настроить его против нас. И нашим далеким предкам действительно это удалось; в противном случае ни вас, ни меня тут бы не было.

Судя по всему, главным оружием в борьбе с микробами и паразитами стало половое размножение. Неожиданно, правда? Все эти помады, высокие каблуки, средства для волос, жажда больших зарплат, спортивные автомобили и тяжелая атлетика – все это следствие борьбы с паразитами. Но ведь это еще искусство и музыка, и хорошая кулинария. Половое размножение позволяет таким организмам, как одуванчики, медузы, окуни, попугаи и термиты, оставаться «в игре» – достаточно просто иметь потомство, которое преуспеет в рождении нового, более многочисленного потомства в следующем сезоне.

Сравнительно недавно такая теория получила название «гипотезы Черной Королевы». Необычное название заимствовано из книги Льюиса Кэрролла «Алиса в Зазеркалье». В этой сказке Алиса встречается с Черной Королевой (некоторые считают, что г-н Кэрролл покуривал травку и нередко баловался вином). Черная Королева представляет собой гибрид

шахматной фигуры и дамы, который скользит вперед по Шахматной Доске Жизни. Когда кто-то оказывается рядом с Черной Королевой, весь его мир начинает непонятным образом нестись вперед… Поэтому Алиса вынуждена бежать как сумасшедшая, чтобы поддерживать беседу с правительницей. Выбиваясь из сил, Алиса в результате замечает: «У нас, когда долго бежишь со всех ног, непременно попадешь в другое место», на что Черная Королева, вскидывая свои королевско-шахматно-человеческие брови, отвечает: «Какая медлительная страна! Ну а здесь, знаешь ли, приходится бежать со всех ног, чтобы только остаться на том же месте»[5].

Судя по всему, процесс эволюции, в который вовлечены все живые организмы на Земле, напоминает страну Черной Королевы. В рамках эволюции мы должны постоянно работать; мы должны постоянно придумывать новые комбинации генов, чтобы наши гены не исчезли. Чтобы быть успешным, вы должны иметь потомство, которое будет иметь потомство, которое тоже будет иметь потомство. Будьте уверены, ваша семья так и делала, иначе бы вас тут не было. Как ни прискорбно, но у ваших родителей непременно был секс – по крайней мере, один раз. Если у вас есть братья и сестры – то значит, не раз… Страшно даже подумать об этом!

Как и любую научную теорию, «гипотезу Черной Королевы» можно использовать для прогнозирования. В дебатах с креационистом Кеном Хэмом я привел пример небольших рыб, называемых бесполосым фундулюсом. Эти рыбы весьма примечательны. Когда наступают тяжелые времена и шансы найти особь противоположного пола стремительно снижаются, фундулюсы (*Poeciliopsismonacha*) могут производить яйца, которые развиваются в рыбе неоплодотворенными. Такое явление называется бесполым размножением. Конечно, в обычных условиях самки и самцы фундулюса не брезгуют половым размножением и регулярным рыбьим сексом.

Фундулюс, о котором идет речь, обитает в Мексике. В периоды затяжных дождей в местных реках образуется много бассейнов, в которых рыба может спокойно сооружать себе дома. Как только погода налаживается, в бассейнах появляются участки суши, которые делят их на отдельные резервуары. Фундулюсы весьма чувствительны к атакам паразитического плоского червя, которого мы называем «опасным плоским червяком». Так вот в изолированных популяциях рыб те особи, которые были вынуждены размножаться в одиночку, подвергались большей атаке плоских червяков, чем точно такие же рыбы, но имевшие вокруг себя достаточное количество перспективных партнеров, позволявших им

размножаться половым путем. Есть и еще кое-что. В этом несоответствии также была определенная зависимость: популяции, в которых был более высокий процент бесполых воспроизводящих особей, имели большую степень поражения плоскими червями.

Вы не поверите, но есть кое-что еще! Исследователь Роберт Вриженхок из научно-исследовательского института Monterey Bay Aquarium Research Institute и его коллеги в одном из изолированных бассейнов обнаружили популяцию, где размножающиеся половым путем рыбы имели больше паразитов, чем их бесполые братья и сестры. К тому же среди рыб с половыми признаками имел место инбридинг – эти рыбы чаще спаривались со своими близкими родственниками, нежели с посторонними особями. Таким образом, случайные мутации в поколениях, появившихся у бесполых родителей, опережали мутации особей с половым размножением, и это удивительно. Поскольку этих рыб предостаточно, как и таких бассейнов, Вриженхок добавил в бассейн с фундулюсами, размножающимися половым способом, несколько новых рыб того же вида. На следующий сезон «гипотеза Черной Королевы» подтвердилась – бесполые рыбы оказались заражены больше, чем рыбы с половыми признаками.

Это потрясающий мир – мир, в котором мы живем! Эти рыбы являются замечательным примером того, как сбываются научные прогнозы, основанные на теориях. В рамках этого вида мы также могли бы сравнить воздействие конкретного паразита на конкретный тип рыбы. Эти фундулюсы, конечно, совершенно особенные рыбы – каждый сезон мы можем наблюдать, как они размножаются двумя совершенно разными способами. И нам не нужно ждать десятилетия или века, как в случае наблюдений за людьми или гигантскими секвойями.

Это одна из причин, почему я получаю такое удовольствие от изучения эволюции. Этот вид науки совершенно удивителен и безумно сексуален.

10. Все собаки – просто собаки

Люди любят собак. Надеюсь, такое утверждение вас не очень удивляет. Я и сам не раз подолгу беседовал с моими четвероногими друзьями. Хотя, признаюсь, чаще всего эти разговоры были какими-то односторонними. Та к вот, когда владельцы собак собираются вместе, они частенько расспрашивают друг друга об их питомцах и о том, какие породы кому больше нравятся. Они судачат о колли, корги, лабрадорах-ретриверах, питбулях или пуделях. Вообще, я люблю всех собак, потому что на самом деле все они – просто собаки. Это отличная бегающая и лающая дефиниция своего вида. Эволюционные отношения определяются не внешним видом, а тем, что скрыто внутри. Если мужская и женская особь могут запросто сойтись и произвести на свет потомство, значит, согласно самому простому и наиболее значимому определению, они принадлежат к одному виду.

Иными словами, я люблю всех собаководов, но вынужден несколько испортить им удовольствие, раскрыв одну фундаментальную истину. На самом деле, в рамках эволюционного понимания, такого понятия, как порода собак, нет. Если дог спарится с таксой, у них появится щенок. Если обычный пудель спарится с джек-рассел-терьером, у них появится щенок. Если дворняжка спарится с так называемой породистой собакой, у них тоже появится щенок. И ничего другого не получится. Все собаки – потомки общих предков. Поэтому, когда мы смотрим очередное дог-шоу, организованное по принципу разделения пород, мы принимаем участие в церемонии, которая на самом деле абсолютно произвольна. Существуют градации или спектр типов и разновидностей собак. Но непосредственно *чистокровную породу* мы сможем определить только если вернемся назад на многие поколения собак, а не по каким-то внешним признакам или особенностям питомца.

Наши современные домашние собаки являются прямыми – да-да, прямыми – потомками волка либо общего для них и волка предка. Поскольку у нас есть доступ к аппаратам, использующим тщательно разработанные реагенты и способным развернуть и расшифровать последовательность молекул нуклеиновой кислоты (кодирующего химического вещества), организованных в виде лесенки, которая скрывается в ДНК организма, мы можем напрямую сравнить ДНК волка с ДНК, к примеру, новозеландской овчарки.

Весьма примечателен ряд экспериментов под руководством Дмитрия

Беляева, проведенных в 1950-х годах на советской лисьей ферме. Беляев и его коллеги наблюдали за чернобурыми лисицами – близким родственником волков, который весьма ценится за роскошный мех. Ученые предлагали им человеческую пищу в награду за смелость и контакт с людьми. Более смелые лисы отбирались и разводились отдельно. В течение всего нескольких поколений исследователи получили щенят, которые совершенно не боялись персонала. Эти нововыведенные лисо-собаки или собако-лисы были очень привязаны к людям. Они виляли хвостами от радости, требовали внимания, облизывали экспериментаторов, выражая свою любовь; у некоторых даже развились более мягкие ушки, которые можно было почесывать.

Тот же самый процесс, должно быть, происходил во время одомашнивания волков. Волки были готовы защищать нашего предка, как если бы он был одним из них. И это стало очевидным результатом того, что люди предоставляли им пищу и теплый кров. С точки зрения генетики все современные собаки недалеко ушли от волков. Люди самостоятельно выбирали волков, от которых хотели получить потомство; таким образом качества собак отразили набор предпочитаемых человеком особенностей: дружелюбие, умильность, игривость и надежность.

Дарвин был весьма дотошен в вопросе логической классификации живых существ – в особенности, способных размножаться друг с другом. Он отмечал, что различные виды роз, о которых говорили многие его современники, на самом деле были всего лишь вариациями в пределах вида, которые легко поддавались скрещиванию и разведению. Такая классификация Дарвина смущала очень многих. Каждое новое поколение роз могло кардинально отличаться от предыдущего по форме и особенно цвету лепестков. Но установить, имеем ли мы дело только с одним или с несколькими видами, можно только, наблюдая за их размножением и появлением потомства (новых бутонов и семенных коробочек).

Для описания деятельности садовников, фермеров, заводчиков лошадей и собаководов, на протяжении веков создававших лучшие или более полезные разновидности животных и растений, Дарвин придумал определение «искусственный отбор».

Джордж Вашингтон тоже занимался подобным делом. Отец моей страны потратил немало времени, сил и энергии на разведение пшеницы. С помощью лупы и пинцета он переносил пыльцу с одного стебля пшеницы на другой, таким образом занимаясь ее оплодотворением. Фермеры постоянно следят за тем, кто и с кем из их подопечных спаривается. Если размножение не требуется, жеребцов нередко кастрируют. Ой-ой. Дарвин

заметил, что механизмы сельскохозяйственного разведения идентичны процессам, происходящим в природе. Дело в том, что механизм разведения людьми имеет нисходящую модель – фермеры и заводчики сами решают, какие гены они хотят передать следующим поколениям. Дарвин называл это генной селекцией на основе искусственного отбора (хотя он не использовал генетическую терминологию – в тот момент ее еще даже на горизонте не было).

В философском контексте мы нередко используем это дарвиновское прилагательное: искусственный. Но обратите внимание, что для пшеницы, лошади или пуделя искусственный отбор – это то же самое, что и естественный отбор. В природе обычная пшеница также оплодотворяется пыльцой. И ей неважно, принес эту пыльцу ветер, пчела или фермер, аккуратно перенесший ее со стебля другого растения. Для потомства это тоже не имеет значения. С его точки зрения, наследование признаков другого растения не зависит от способа опыления, будь то насекомое или человек.

Интересно отметить, что люди, которые верят в креационизм и полагают, будто их божество создало все экосистемы всего за несколько дней, вовсю пользуются благами, рожденными нашей способностью выводить лучшие или более полезные разновидности растений и животных. Чтобы обойти это очевидное противоречие, они часто прибегают к изощренным объяснениям того, что они считают эволюцией, а что – нет.

Несмотря на фундаментальное сходство, с точки зрения наблюдателя, искусственный отбор разительно отличается от естественного. Во многих случаях искусственный отбор служит потребностям человека, которые ограничиваются естественными условиями. Критерием правомерности его применения может служить вопрос: могли бы такие биологические виды, как пшеница, соя, американский скакун или гончая борзая выжить, не будь рядом с ними человека, который бы тщательно заботился о том, как они питаются и размножаются? Для трех из четырех этих видов – ответ «нет». Именно люди сделали их выживание возможным. Если рассматривать человека отдельно от других живых существ (например, если вы считаете, что некое божество наделило нас, людей, властью над Землей), то можно считать, что наши генетические манипуляции и есть наше божественное предназначение. Если же смотреть на нас как на часть природы, часть всемирной экосистемы, то наше номинально искусственное вмешательство вообще нельзя назвать искусственным. В таком случае и мы, и наша деятельность являются частью природы.

Обратите внимание, что так же, как и собаки остаются всего лишь собаками, большинство других одомашненных видов тоже по-прежнему являются представителями этого вида. Американский скакун – это та же лошадь, а яровая пшеница – по-прежнему пшеница. Искусственный отбор предлагает ключ к пониманию того, насколько сильно популяции должны разойтись в различиях, чтобы действительно превратиться в отдельные виды. Например, в дикой природе, когда стая лосося разбивается потоком и ее часть отправляется в приток той же реки, рыбы будут меняться по-разному, и в результате изолированные популяции будут отличаться друг от друга. Тем не менее представители этих популяций все еще смогут скрещиваться, если вдруг встретятся на лососевой ферме или в каком-нибудь водовороте реки. Некоторые ученые называют эти популяции подвидами. Однако если разделить их на долгое время, когда уже не одно поколение сменит друг друга, можно ожидать, что рыбы больше не смогут размножаться с представителями того вида, от которого они ушли, и тогда они станут самостоятельным видом. Мы можем это предположить, поскольку знаем, что каждый раз, когда на свет появляется новая рыба, в ее генах и ДНК происходят незначительные изменения.

В конце концов, мы ожидаем, что у подвида уже будет слишком много изменений для произведения потомства с основным видом. Однако нужно понимать, что если мы под рыбоводством подразумеваем разведение особей одного вида, то природа для этого создает целый диапазон, где одни виды могут скрещиваться, а другие – нет. Некоторые типы могут выглядеть совершенно по-разному, как различные породы собак, но при этом оставаться одним и тем же видом. Непонимание разницы между внешним видом и внутренней генетической природой также – в гораздо более пагубном виде – проявляется в том, как люди обычно говорят о человеческих расах (подробнее об этом в главе 32). Я имею в виду, что у людей порой возникает гораздо больше проблем с восприятием природы, чем у самой природы.

11. Древо жизни – дерево или куст?

Чтобы схематически отобразить всех своих родственников, люди обычно составляют «генеалогическое дерево». Это устойчивое выражение, и произнося его, вы, вероятно, даже не думаете о лежащей в его основе метафоре. Отношения в этой схеме изображаются линейно. Вы и все ваши братья и сестры, если они у вас есть, скорее всего, являются продолжением линии ваших родителей. Если у вас есть дети, они продолжают вашу линию и т. д. Это немного запутанная схема, поскольку по логике потомки должны двигаться вниз (потомки же появляются «потом», верно?), однако дерево-то растет вверх. Тем не менее это очень удобная метафора и не только для отображения семейных отношений, но и для демонстрации более широких отношений между различными формами жизни. Итак, давайте вскарабкаемся на это метафорическое дерево и внимательно изучим его шаг за шагом… точнее, ветвь за ветвью.

Спускаясь с макушки вашего семейного древа, где в настоящий момент находится ваше место, вы сначала пройдете мимо ваших ближайших родственников, а затем постепенно продвинетесь к более далеким, таким как, например, родители вашего дедушки. Продолжая спуск, вы будете встречать незнакомых людей, то есть родственников, которых никогда не видели, а если заберетесь так же далеко, как и я, то увидите предков, о которых даже и не слышали. Все ниже и ниже по генеалогическому древу, и мы попадем на ветку, которую вместе с другими человекоподобными видами занимает *Homo sapiens*. Постепенно дерево становится отображением эволюционных процессов. Продолжая спускаться к корням, мы натолкнемся на шимпанзе и орангутангов. Еще ниже мы повстречаем общего для нас и обезьян предка. Дальше, минуя приматов, мы окажемся в куче других млекопитающих, среди которых будут львы, тигры, медведи, нарвалы, газели, орлики и летучие мыши.

Продолжив спуск, мы окажемся на ветках, облюбованных такими организмами, которые на первый взгляд не будут иметь к нам (и даже к моему бывшему начальнику) никакого отношения. Я имею в виду ящериц и рыб. Продолжая размышлять логически, мы сможем предположить, что где-то там, у самых корней древа находится какой-то первобытный организм, потомками которого мы все являемся. Знаю, знаю, поверить в это не так просто. Но на микробиологическом уровне мы все имеем гораздо больше общего, чем может показаться на первый взгляд.

Клетки каждого организма, живущего на Земле, содержат ДНК и ее химический компаньон РНК. Аббревиатура РНК – сокращенное название рибонуклеиновой кислоты, которая, в отличие от более сложной структуры двухцепочечной молекулы ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты), обычно состоит только из одной цепи. «Рибо» происходит от названия синтетического сахара – рибозы, – когда-то производившегося из гуммиарабика. Впоследствии оказалось, что рибоза содержится во всех растительных и животных организмах.

Для меня единый код жизни вообще является огромным и ужасно интригующим вопросом. В результате ряда удивительных событий, произошедших в моей жизни, я стал генеральным директором Планетарного общества – организации, основанной Карлом Саганом, профессором из моего университета. Я взялся за эту работу, поскольку не могу не думать о том, что такое Земля с планетарной точки зрения – исключение или правило? И потому я задался вопросом: может ли жизнь появиться в других мирах тем же образом, что и на Земле, или, может быть, существует какой-то иной, совершенно невероятный эволюционный путь, который и мы можем перенять? Иными словами – действительно ли ДНК или нечто подобное является основным элементом жизни? Единственный способ это выяснить – начать выяснять.

Однако для людей, придерживающихся позиции креационизма, общая химия жизни представляется совсем иначе. Они утверждают, что все мы – творение рук Создателя, причем творение моментальное.

Такое рассуждение также вызывает множество вопросов, но все они вызывают лишь раздражение у креационистов. Если все вокруг создал Творец, то зачем ему нужны все эти окаменелости или организмы, которых больше нет? Зачем Творец соединил все эти химические замещения радиоактивных элементов с нерадиоактивными элементами? Если он создал всю систему в один момент, откуда эти постоянные изменения, которые мы наблюдаем в палеонтологической летописи? Короче говоря, зачем возиться со всем этим барахлом? Креационист скажет: «Ну на все воля Божья», а я отвечу, что все это неразумно и нерезонно.

Еще один момент: был бы я творцом, я, несомненно, рассчитывал бы на более удачный результат. Я бы, например, избавился от вирусов, вызывающих простуду. Или, если вирусы являются неизбежным следствием работы Творца с молекулами ДНК, я бы застраховал нас как-то от этих случайных вирусов. Если контраргументом будет утверждение, что «все это лишь часть замысла», то я вынужден спросить: как можно считать недостаток доказательств замысла его доказательством? *Это*

бессмысленно.

Вместо пышного дерева я бы попробовал представить себе жизнь в виде линии, идущей параллельно шкале времени, подобно тому, как я совершил путешествие в глубокое время, прогуливаясь от одного побережья США к другому. Это Древо жизни разрастается на шкале времени слева направо, идя от далекого прошлого к сегодняшнему дню. Что бы мы ни делали, понять структуру его ответвлений мы можем, только работая с прошлым. Мы изучаем окаменелости и изо всех сил стараемся оценить возраст пород, в которых они сохранились. А как еще мы можем действовать? Мы ограничены природой времени и вынуждены начинать с сегодняшнего дня, продвигаясь все дальше и дальше в прошлое и замечая ветви Древа жизни только тогда, когда на них натыкаемся.

Возможность заглянуть в прошлое жизни – это исследование окаменелостей: определение момента формирования окаменелостей путем оценки возраста горных пород и дальнейшее установление периода времени появления каждой ветви. Древнейшие ископаемые останки, известные нам на сегодняшний момент, принадлежат бактериям, по-видимому, жившим в прудах или мелком море в регионе, который в настоящее время является Западной Австралией. Это так называемые строматолиты – окаменелые маты, образованные колониями бактерий, способных выделять карбонат кальция и его производные. По какой-то климатической причине древние пруды высохли, и эти бактериальные маты окаменели. Их возраст насчитывает 3,5 млрд лет.

Более молодые породы предлагают свидетельства существования более сложных организмов. Копнув дно океана всего на несколько метров, можно найти множество отложений с крошечными морскими существами. Эти микроокаменелости представляют собой красивые, сложные, конусо- и петлеобразные диски и спирали, которые служили домом и телом древним морским организмам. Эти крошечные ископаемые зачастую имеют размер булавочной головки. Если знать, где искать, всего на одном кубическом сантиметре морского дна можно найти сотни образцов (кубический сантиметр – это всего лишь миллилитр пива или лекарственная доза, подходящая для младенца).

Чем дальше мы углубляемся во времени, тем меньше различных видов мы находим. Считается, что эволюция естественным образом приводит к увеличению разнообразия различных видов живых существ. В этом отношении она действительно напоминает дерево. Чем дерево выше, тем больше на нем веток и ответвлений; каждое ответвление ведет к образованию новой ветви и новому ответвлению. Именно поэтому

метафора «Древо жизни» настолько эффектна.

Определение «Древо жизни» пришло Дарвину в голову после того, как он зарисовал схему с точками разветвлений видов живых организмов. Сегодня, изучая межвидовые отношения, мы видим существование гораздо большего количество видов сейчас, нежели в далеком прошлом. Это верно, даже с учетом пяти (или шести) основных массовых вымираний. Все это разнообразие, как и появление новых видов, дает возможность предположить, что у вас и у меня, а также у всех остальных животных на Древе жизни есть такие родственники, о которых мы даже и знать не знали и за родственников никогда бы не приняли.

На протяжении полутора веков ученые всех мастей (биологи, палеонтологи, археологи, патологоанатомы, иммунологи, астробиологи) занимались классифицированием всевозможных живых организмов, живущих и вымерших, заселяя все ветви на этом Древе жизни. Вы можете подумать, что на данный момент эта работа уже закончена и в отношении главных ветвей дерева уже все ясно. Вообще-то нет. Но мы работаем над этим.

С момента открытия в 1970-х годах новых, ранее неизвестных науке организмов ученым пришлось переосмыслить связи, соединяющие одни живые существа с другими. На протяжении долгого времени ученые в целом сходились во мнении, что есть животные, а есть растения. *Ну и ну, вот это новость!* Нет, правда. Они классифицировали их в два царства – царство животных (*Animalia*) и царство растений (*Plantae*), – никак нам не расстаться с латинизированными биологическими терминами… Однако, переосмыслив все это с точки зрения эволюции, то есть с учетом порядка появления организмов на планете, ученые осознали, что животные и растения имеют гораздо больше общего друг с другом, нежели мы имеем почти со всеми остальными живыми существами на Земле. Это потрясающе. Большинство живых существ на нашей планете микроскопические, и эти микроскопические организмы имеют еще меньше общего с вами, чем вы с капустой.

Ученые совершили спуск по Древу жизни; или, можно сказать, что они прошагали справа налево по временной шкале эволюции. В любом случае они заново пересмотрели взаимосвязи всех организмов. Я разделяю точку зрения, согласно которой природа дала начало трем или четырем основополагающим видам живых существ, или доменам (надцарствам). И лично я исхожу из четырех. Итак, это бактерии, археи (микробы, которые принципиально отличаются от бактерий), эукариоты (это мы, животные и растения вместе) и вирусы.

Не каждый согласится со мной, что вирусы заслуживают отдельного домена. Традиционным аргументом такой позиции служит утверждение, будто вирусы не являются живыми существами в традиционном понимании. Действительно, для размножения им необходима клетка-хозяйка, самостоятельно воспроизводить себя они не способны. Вирусы не пытаются усваивать питательные вещества. У них нет устойчивого обмена веществ. Они остаются жизнеспособными, даже проводя огромное количество времени без взаимодействия с окружающей средой. Они не поглощают и не вырабатывают энергию.

На мой взгляд, вирусов могло вовсе не быть, если бы не было других доменов, на которых они могли бы паразитировать. Вирусы взаимодействуют с другими формами жизни, что делает их более похожими на нас и, конечно, больше похожими на живое, нежели на неживое. Недавнее открытие гигантских вирусов, таких как мимивирус и вирус Пандора, имеет поистине огромное значение, ибо оно стирает грань между вирусом и бактерией и лишь подкрепляет мою точку зрения в отношении доменов. В то же время вирусы явно не относятся ни к одному из трех других доменов. Для меня они должны иметь свою собственную ветвь на Древе жизни.

Разобравшись с доменами жизни, мы переходим к традиционным классифицирующим обозначениям: домен, царство, тип, класс, отряд,

семейство, род и вид. Правда, не все так просто. В результате исследований ДНК и клеточной структуры организмов ученые еще добавили такие термины, как надсемейства, подсемейства и инфрацарства. Эти слова были придуманы только для того, чтобы оправдать все эти исследования. Я же избавлю нас от сложных подробностей.

Для меня самой главной и наиболее запутанной частью всей этой истории является разделение архей и бактерий в отдельные домены жизни. Эта классификация получила признание биологов лишь три десятилетия назад. Вы, без сомнения, знакомы с бактериями. Микроскопические археи по размеру и внешнему виду очень напоминают бактерии. Но внутри них таятся значительные отличия. Среди множества микроскопических организмов некоторые имеют ядра в своих клетках, а некоторые – нет. Некоторые из организмов, не имеющие ядра, для получения энергии используют отдельные последовательности протеинов, перерабатывающие или усваивающие химические вещества из окружающей среды. Другим для выполнения той же задачи требуется всего половина этого количества белков, расположенных в более простой последовательности. В современной теории более простые организмы принадлежат к домену бактерий, а более сложные относятся к домену архей. К тому же археи имеют более сложную, а в некоторых случаях просто более толстую мембрану, состоящую из белков и липидов, чем бактерии. Вирусы – это отдельная тема.

Для людей, изучающих эти домены, разница очевидна. И бактерии, и археи не имеют ядра, в то время как мы с вами, а точнее, наши клетки имеют. Вот почему нас называют эукариотами; слово происходит от греческого «*eu*» и «*karyon*», что означает «иметь ядро». Археи и бактерии – прокариоты, что означает «до ядра». Оказывается, это имеет удивительно большое значение для истории живых существ.

Следующие шаги в классификации несколько размыты, ибо ученые до сих пор продолжают исследования и размышляют о характере наших отношений со всеми остальными живыми существами на Земле. Возвращаясь к *царствам*, расположенным на следующей после домена ступени, можно сказать, что на данный момент их около пяти. Грибы единогласно были признаны отдельным царством – царством грибов. После них следует группа под названием простейшие, которые часто классифицируются в царство простейших (малярийный паразит принадлежит к этой группе). Затем идут одноклеточные организмы, формирующие царство эубактерий. Префикс эу- обозначает «истинный», а значит, речь об истинных бактериях. После следуют прокариоты – без ядра

внутри. Затем царство растений. И животные, а также мы с вами относимся к царству животных.

На данный момент наименее понятным и изученным является царство архей. И тем не менее они существуют с самого момента зарождения жизни. Просто удивительно.

Возможно, такая версия Древа жизни кажется немного более сложной – такова она и на самом деле. Но ведь это просто замечательно! Живые организмы живут себе и живут, занимаются своими делами и размножаются независимо от того, понимаем ли мы или нет, кто из них от кого произошел и как нужно классифицировать вирусы. Правда, благодаря новым генетическим инструментам, помогающим биологам разложить последовательности аминокислот на молекулы ДНК и РНК, в настоящий момент мы ближе, чем когда-либо, подобрались к пониманию того, какой тип живого организма был первым. Вот тогда у нас и появится целый ряд новых вопросов.

И вот один из них: почему все живые существа предположительно произошли от одного общего предка? Были ли другие первичные организмы, которые просто не сумели выжить? Вполне возможно, что жизнь на Земле зарождалась не один раз, и не исключено, что мы с вами стали результатом древнейшего отбора. Я вернусь к этой идее в конце своей книги – в главе 36.

12. Биоразнообразие в порядке вещей

В последние годы ученые тратят немало усилий на изучение биоразнообразия Земли, общего разнообразия жизни. Часто люди говорят о биоразнообразии с точки зрения экологии и охраны природы, однако вопрос стоит гораздо шире. Биоразнообразие можно измерить. Оно является мерилом эволюции. Это главный показатель популяций всех видов, которые существуют на сегодняшний день, и всех тех, кто исчез в результате вымирания.

Взглянув на окаменелости, мы можем увидеть, что с момента зарождения жизни расцвет биоразнообразия начался примерно 3,5 млрд лет назад: Древо жизни постепенно становилось все более ветвистым. Если действительно все мы – потомки одного общего предка, то этого следовало ожидать. С появлением каждого нового поколения есть шанс возникновения мутаций, которые могут оказаться полезными для потомства. Если мутация выгодна организму и организм со своими генами выживает достаточно успешно для дальнейшего размножения, эти гены передаются следующему поколению. Если день за днем это вновь и вновь происходит по всей Земле, в конечном итоге это приведет к появлению все новых и новых видов, рассредоточенных по планете.

Подтверждение такой тенденции не было намечено заранее. Если мир и все виды животных и растений были созданы в один момент некоей сверхъестественной силой или явлением, то, копаясь в земной коре, мы не могли ожидать ничего, кроме окаменелостей уже знакомых нам, существующих в настоящий момент видов. Ведь если в истории Земли были некие этапы, о которых говорит Библия, то мы бы находили огромное количество окаменелых останков вымерших видов в более низких слоях скальных образований, после них следовал бы пустой слой переходного периода (соответствующий изгнанию из Эдема или, возможно, Всемирному потопу), а затем, в более поздних слоях, нам попадались бы только современные виды живых организмов. Однако это даже отдаленно не напоминает то, что мы наблюдаем сегодня.

Никакого разделения допотопных и послепотопных слоев не наблюдается. То, что мы видим вместо этого, – единый массив, демонстрирующий нам тенденцию к постепенному увеличению биоразнообразия. Это именно то, что предсказывает дарвиновская эволюция. Каждое новое поколение, несущее в себе новые возможности

небольших изменений, приводит к постепенному распространению «пригодных» признаков, которые помогают видам конкурировать. Распространение в относительно незаселенных местах обитания и изоляция небольших популяций стимулируют появление новых видов. Чем больше различных видов живых существ появляется на свет, тем больше различных экосистем и энергетических ресурсов может быть использовано. Насколько мы можем судить, замедлять естественный рост биоразнообразия могут катастрофы, такие как столкновение с астероидом, немассовые вымирания, например вследствие обширных оползней, ну и, конечно, мы. Люди, по-видимому, до сих пор являются причиной массовых вымираний.

Конечно, доказательства не безупречны. Анализируя окаменелости, найденные по всему миру, мы понимаем, что наши находки составляют ничтожный процент по сравнению с ненайденными свидетельствами. Ведь, если окаменелому захоронению группы организмов целых три миллиарда лет, шансы на обнаружение таких захоронений невелики. Не каждое захоронение переживет такое длительное путешествие во времени. Тектонические плиты постоянно смещаются и передвигаются. Земли затапливаются и обмелевают, и так по нескольку раз. Чем дольше окаменелые останки находятся в земле, тем больше у них шансов на повреждение, разрушение или исчезновения. Но тем не менее, даже принимая во внимание это обстоятельство, мы считаем, что более поздние окаменелости демонстрируют большее биоразнообразие.

Во главе этого разнообразия стоит энергия. В преподавании предметов естественно-научного цикла мы обычно говорим, что энергия – это то, что заставляет объекты двигаться, бежать, а события – случаться. Та к же и с живыми системами. Они (и мы, конечно) нуждаются в энергии, чтобы жить, двигаться, расти и размножаться. Если мы спросим себя: «Какая энергия более всего доступна для живых существ?», то остановимся, по крайней мере, на двух источниках. Первый – это солнечный свет. Второй – внутренняя энергия Земли. То же, вероятно, справедливо и для жизни в других мирах (если она существует), и позже мы поговорим об этом.

Неважно, кто вы – зеленое растение или кто-то, кто питается зелеными растениями, а может быть, вы тот, кто ест тех, кто питается зелеными растениями, – в любом случае, максимальное количество солнечного света вы найдете в районе экватора. И потому неудивительно, что в тропическом лесу и возле тропических коралловых рифов живых организмов гораздо больше, чем на бескрайних ледяных просторах Арктики и Антарктики, ну, если не брать в расчет человеческие полярные станции, конечно. Наряду с

огромной численностью живых существ, в районах вблизи экватора наблюдается гораздо большее разнообразие видов по сравнению с северной и южной околополюсными областями.

Кроме того, существует определенная градация разнообразия. В амазонских тропических лесах разнообразие живых организмов на квадратный метр или гектар больше, чем в тропических лесах Белиза или Гватемалы. Зато в них, в свою очередь, палитра разнообразия шире, чем в бореальных лесах Северной Канады. На острове Северный Новой Зеландии, расположенном ближе к экватору, разнообразие чуть больше, чем на острове Южном, находящемся ближе к Южному полюсу. Конечно, есть и другие местные факторы, в частности, ливни, но в целом такая тенденция все же сохраняется. В принципе, вы можете и сами обнаружить доказательства этого явления: если вы живете в США, сравните заросли на заболоченных территориях Луизианы с растительностью в верховьях реки Миссисипи в штате Миннесота.

Районы Земли, где количество потребляемой энергии больше, также демонстрируют большее биоразнообразие. Такая тенденция к уменьшению биоразнообразия по мере удаления от экватора является еще одним свидетельством эволюции. Эти экосистемы существовали в течение долгих, долгих лет, и чем дольше экосистема функционирует, тем больше организмов в ней появляется. Наращивая численность, они несут в себе больше мутаций и больше вариаций. Изменения в каждом новом поколении на протяжении долгих лет в конечном итоге приводят к формированию биологически разнообразной экосистемы.

Внутренняя энергия Земли может проявлять себя по-разному в отношении рассчитывающих на нее организмов. Ядерный распад природных радиоактивных элементов, таких как уран и торий, поддерживает ядро планеты в расплавленном состоянии. Мы можем почувствовать эту энергию, когда тепло подбирается слишком близко к поверхности земли. Она приводит в действие гейзеры, гидротермальные биотопы, вулканы и вызывает землетрясения. Однако за последние несколько десятилетий ученые обнаружили, что эта энергия также питает целые экосистемы на дне океана – доселе неизвестные области биологического разнообразия.

Глубины океана – холодного, недружелюбного, сокрушительного – исследовать очень трудно. Любое оборудование, направленное к его глубинам, должно выдерживать эти суровые условия. На глубине царит кромешный мрак. Свет огней глубоководных подводных лодок или подводных аппаратов поглощается, и освещенными оказываются всего

несколько метров пути, поэтому изображения, которые мы получаем оттуда, охватывают площадь, не превышающую размера большой гостиной. Как правило, исследуя дно океана, мы наталкиваемся на довольно редкие признаки жизни но только не когда речь идет о геотермальных биотопах – глубоководных океанических отверстиях. В этих необычных местах в кромешной тьме вовсю процветают экосистемы, питающиеся геотермальной энергией. Здесь можно встретить огромных красноголовых кольчатых червей, необычных рыб, крабов-альбиносов и моллюсков размером с футбольный мяч – эдакий стейк, пахнущий болотом.

Организмы, обитающие в районе этих глубоководных «оазисов», отличаются от тех, что живут у поверхности. Их метаболизм основан на химическом взаимодействии с горячей, богатой морскими питательными веществами водой. Мы называем этот процесс хемосинтезом, по аналогии с фотосинтезом, наблюдаемым у зеленых растений. Глубоководным моллюскам необходимо тепло и сероводород (ядовитый для нас с вами), в то время как моллюски, обитающие ближе к поверхности воды, зависят от фотосинтеза планктона, который они прокачивают через свою систему пищеварения. Несмотря на то что глубоководные геотермальные экосистемы представляют собой нечто удивительное и невообразимое, они обнаруживают гораздо меньшее разнообразие, чем экосистемы, получающие прямой солнечный свет. Среди обитающих в этих глубоководных экосистемах организмов удалось выявить около 1300 различных видов. В тропических лесах Амазонки на территории в один квадратный километр мы можем встретить до 40 тысяч видов насекомых, и это только насекомые! А теперь прибавьте к этому деревья, обезьян, пауков и змей, и разнообразие дождевого леса окажется в тысячу раз богаче. С чего бы это?

По сути, количество доступной энергии на дне океана заметно ограничено. Температура воды в некоторых из этих гидротермальных «оазисов» достигает 400°С, но таких участков не так уж много, и все они расположены на достаточно ограниченной территории – известно лишь несколько сотен локаций вдоль активного вулканического разлома на дне океана (вода на такой глубине не кипит, потому что не может образовывать пузырьки пара из-за огромного давления океана). Солнечная энергия, напротив, достает до каждой точки планеты, а ее интенсивность достигает мощности в 1000 Вт на квадратный метр.

Это отступление об океанических «оазисах» я сделал для того, чтобы наглядно продемонстрировать, как работает эволюция. Меньшее разнообразие на каждый метр темного океанического дна по сравнению с

ярко освещенным лесом – это именно то, чего и следовало ожидать. На поверхности Земли энергии для обеспечения живых организмов гораздо больше. Организмы размножаются быстрее, и в конечном итоге мы получаем большее разнообразие. В глубинах холодного океана жизнь бьет ключом лишь там, где для поддержания системы достаточно энергии. Здесь просто не хватает энергии для того, чтобы запустить программу наращивания биоразнообразия.

В 1990-е годы для шоу «Билл Най – научный парень» мы сняли целый эпизод, посвященный биоразнообразию (выпуск 9). В то время мы были уверены, что самые богатые в плане разнообразия экосистемы находятся не в реках и не в коралловых рифах на морском мелководье, а где-то между – в устьях рек, там, где река встречается с морем. Позже появилось предположение, что самой богатой с точки зрения разнообразия экосистемой можно считать экваториальные тропические леса. Как бы то ни было, наибольшее разнообразие можно наблюдать там, где есть много пресной воды.

Если смотреть на Землю из космоса, океан покажется самым большим пятном на планете. Логично предположить, что и разнообразие в нем будет самое большое. К тому же раз уж мы, как и большинство живых существ, в значительной степени состоим из воды, можно подумать, будто жизнь зародилась в океане и вполне ожидаемо, что жизнь в нем должна была продолжать эволюционировать, а значит, пополняться новыми видами. Мы могли бы прийти к заключению, что любое место в океане, куда попадает солнечный свет и где достаточно глубоководных питательных веществ, будет обнаруживать огромное многообразие видов. Однако, как правило, самые богатые с точки зрения разнообразия экосистемы находятся не в океане.

Коралловые рифы, без сомнения, таят в себе огромное разнообразие жизни. Я не раз наслаждался дайвингом в северо-западной части Тихого океана, в районе коралловых рифов на Гавайях, и у калифорнийского побережья и могу заверить, что вы и за час не назовете столько видов, сколько обитает в этих местах. Еще я часто думаю о незаметных глазу видах – бактериях, вирусах, прозрачных книдариях (больше известных как медуза) и похожих на камни губках. Ведь всего за пару погружений перед вами пройдут тысячи и тысячи видов этих организмов.

Точно так же, исследуя дождевые леса вдоль реки Сибун в Белизе, реки Виринаки в Новой Зеландии и реки Хох в Соединенных Штатах, я просто не мог поверить, что все это происходит со мной. В каждом из этих мест буквально кожей ощущаешь бесчисленное множество видов, которые

вьются, роятся, охотятся и спасаются от хищников прямо перед вашим носом. И если бы мне сказали, что именно здесь скрывается самое богатое биологическое разнообразие на Земле, я бы поверил.

По своему опыту вы наверняка знаете, что пить соленую воду нельзя. Иначе вы просто заболеете. Скорее всего, вы также понимаете, что, за исключением некоторых замечательных видов, нельзя перемещать морскую рыбу в пресную воду и наоборот. Рыба погибнет. Вероятно, в школе вы проводили классический опыт, изучающий явление, которое химики называют осмосом. Если вы выдержите два сырых яйца в уксусе, таким образом растворив их скорлупу, а затем поместите одно яйцо в дистиллированную воду, а другое – в соленую, вы сможете пронаблюдать, как в соленой среде молекулы воды будут медленно проходить сквозь мембрану, оставляя молекулы соли снаружи. В результате яйцо в дистиллированной воде увеличится в размерах, а то, что в соленой, – уменьшится. Подобные мембранные процессы, казалось бы, разделяют два типа экосистем: речные и морские. Обе они в значительной степени остаются самостоятельными, за исключением областей в устьях рек.

Здесь, в местах, где реки впадают в море, происходит смешение пресноводного биоразнообразия с океаническим. Не стараясь вытеснить конкурента, обе системы начинают сотрудничать. Скорее всего, причина этого в том, что экосистемы с большим разнообразием видов могут приспосабливаться к происходящим изменениям окружающей среды. Это еще одна эволюционная идея, доступная для проверки опытом, и ученые определили, что она правдива – что разные экосистемы становятся вместе более надежными.

Устойчивость экосистемы можно оценить путем измерения количества и массы всех живых существ до и после серьезной перемены в условиях окружающей среды. Если наступила засуха или выпало необычное количество осадков, или случились резкие перепады температуры, от заморозков до палящего зноя, то чем большим разнообразием обладает система, тем лучше ее видам удается выживать и размножаться. Это гипотеза. Есть, по крайней мере, два способа ее проверить. Мы можем анализировать живые системы, в которых биоразнообразие сокращалось, и те, в которых увеличилось, либо же мы можем проводить наблюдения за экосистемами в оба этих момента. В любом случае эта теория выдерживает проверку. Большее разнообразие обеспечивает большую надежность экосистемы. Это объясняет, почему устья рек демонстрируют настолько богатое разнообразие. И в пресноводной, и в морской экосистемах уже достаточно всевозможных видов. Прочная паутина жизни помогает

морским организмам приспособиться к пресной воде, а пресноводным – к соленой. Разнообразие порождает еще большее разнообразие.

Альтернативный вариант также кажется весьма правдоподобным: места с наименьшим разнообразием имеют больший риск потерь. К сожалению, отыскать районы, в которых биоразнообразие сократилось, не составляет никакого труда. Люди достаточно напортачили во всех уголках мира, так что такого понятия, как нетронутая природа, на данный момент практически не существует. Я долгие годы занимался покорением гор Тихоокеанского северо-запада и отлично помню момент, как, взобравшись на вершину горы Сент-Хеленс и обернувшись к северу, дабы полюбоваться великолепным видом горы Ренье, заметил облако настоящего смога. Необязательно разбираться в подробностях загрязнения воздуха, чтобы понять, что этот смог идет туда от наших любимых городов Сиэтл и Портленд. Разумеется, смог пагубно отражается на популяции воздушных насекомых. Смог сокращает их численность. В свою очередь, количество растений, обитающих в вулканических почвах, также немного снижается, поскольку уменьшается количество азота, образующегося от останков насекомых и помогающего растениям укорениться. Вид с горы, конечно, по-прежнему великолепен, только вот само место уже нельзя назвать нетронутым.

Если вы действительно хотите пощекотать себе нервы, отправляйтесь на ферму, практикующую откорм скота по замкнутому циклу (Confident Animal Feeding Operation – CAFO). Вот это да. Домашний скот держат в ограниченном пространстве на специальной диете, позволяющей им очень быстро откармливаться. Их копыта вытаптывают все пастбищные площади. Их экскременты растекаются во все стороны, отравляя все вокруг. Ну и конечно, скот от души пичкают антибиотиками для подавления заболеваний, которые могут легко передаваться от одного животного к другому, что в свою очередь может привести к быстрой эволюции возбудителей этих заболеваний, тем самым делая те же антибиотики неэффективными. Вот так и получается. Пока мы едим мясо, мы производим новые штаммы болезней и уничтожаем водоемы. Уверен, что, осознавая этот процесс, мы можем все исправить. Очень на это надеюсь.

В современных крупномасштабных фермерских хозяйствах мы видим тысячи гектаров или акров, заселенных одной культурой. В то время как эти «монокультуры» облегчают фермерам и сельскохозяйственным комбайнам уборку урожая, они также делают культуру более восприимчивой к вредителям или паразитам. Будь вы кукурузным мотыльком, вам не пришлось бы летать туда-сюда в поисках пищи – вы

могли бы преспокойно оставаться на месте и целыми днями поедать стебли и початки, занимающие многие тысячи акров. Это актуально как для ферм, организованных человеком, так и для дикой природы. Монокультура действительно весьма уязвима.

Часто лесные экосистемы – особенно леса умеренного пояса – выглядят однородными. Например, западная Канада с воздуха кажется бескрайним еловым покрывалом. Однако есть важное и достаточно заметное отличие обширных естественных лесополос от лесопосадок, организованных человеком, – это возраст. В естественных насаждениях присутствуют деревья всех возрастов: высокие старые и низкие молодые. Так вот старые упавшие деревья обеспечивают запас питательных веществ для следующего поколения. Лесной покров таит в себе целые миры микробов, которые поддерживают жизнедеятельность корневых систем растущих и фотосинтезирующих деревьев. В этом, казалось бы, единообразном вечнозеленом лесу на самом деле присутствует огромное, невидимое глазу, биоразнообразие.

Весной на северо-западном побережье Тихого океана пыльца клубится, словно густой желтый туман. Даже если вы не страдаете аллергией, вы все равно сможете ощутить пыльцу в своих носовых проходах. *Монокультура проявляется в видах, а не в возрасте или степени гниения.* Нередко, путешествуя по зарослям высокогорных озер, можно встретить молодые деревца, растущие прямо из пня упавшего или срубленного старого дерева. Традиционно такие пни называются «кормильцами», поскольку они кормят свое потомство. Главное, чтобы эти «пни-кормильцы» не превращались в «пней-убийц», ведь столько народу гибнет при распилке огромных деревьев.

Ученые проводили занимательные эксперименты, показывающие влияние биоразнообразия. На одном участке исследователи высаживали исключительно монокультурные травы, а на другом – разнотравье, представленное десятками видов. В течение первых нескольких лет монокультурные посадки демонстрировали большой рост. Видимо, монокультурные посадки образовывали больше растительной массы, так называемой биомассы, по сравнению с областями разнотравья. Однако по прошествии примерно десяти лет разнотравное поле оказалось более успешным, произведя больший объем биомассы и более здоровые растения – а значит, и более здоровых животных, поедающих эту траву, – по сравнению с монокультурными плантациями.

Судя по всему, это связано с тем, что разнообразие приводит к улучшенной способности экосистемы приспосабливаться к изменениям в

таких вещах, как погода, климат или появление некоторых новых видов. Рассмотрим это на упрощенном примере. Предположим, что у нас есть два луга – монокультурный и разнотравный. На разнотравном лугу различные виды трав и цветов производят пыльцу в разное время года, новые семена и пыльца появляются здесь с разрывом в несколько недель или даже дней. Опылителям, таким как летучие мыши, птицы и пчелы, здесь всегда есть чем заняться. В любой момент воспроизводственного цикла они будут где-то поблизости. При этом монокультурный луг, где вся пыльца появляется одновременно, будет испытывать дефицит опылителей. Популяции летучих мышей, пчел и птиц просто не смогут прокормить себя в перерывы между этапами производства нектара и пыльцы. В результате пострадают и травы, и птицы с пчелами и летучими мышами. Без разнообразия каждый из видов становится менее успешным. Разнообразие обеспечивает устойчивость.

Каждый день вы можете наблюдать влияние человека на окружающую среду. Мы отравляем территории: вдоль наших дорог – горы мусора, вонь от свалок и углекислота загрязняют воздух, коралловые рифы вымирают, огромные районы Китая и Африки (уже заметные на спутниковых изображениях) подвергаются опустыниванию, а в Тихом океане дрейфует немыслимое количество отходов из пластика. Все это – прямые доказательства нашего воздействия на мир. Каждый день мы уничтожаем один вид живых организмов. Считается, что из-за людей вымирание видов происходит в тысячу раз быстрее, чем это случилось бы в естественных условиях.

Многие наивно (а некоторые, может быть, и с умыслом) утверждают, что исчезновение видов не играет особой роли. Ведь, судя по палеонтологической летописи, около 99 % всех видов живых существ, которые когда-либо жили на планете, исчезло навсегда, но при этом сегодня у нас все в порядке. Что страшного в том, что мы, будучи частью экосистемы, уничтожаем множество видов живых существ? Мы просто избавляемся от того, что нам не нужно или для нас необязательно.

Основная проблема здесь заключается в том, что, в некотором смысле, понимая, что может стать или что стало с отдельными видами, мы не можем сказать наверняка, что произойдет с экосистемой вымершего вида. Мы не можем предсказать поведение всей это сложной, взаимосвязанной системы и прогнозировать возможные изменения. Тем не менее мы можем быть абсолютно уверены, что путем сокращения или уничтожения биоразнообразия, наш мир будет в меньшей степени способен к адаптации. Наши фермы будет менее продуктивными, наша вода – менее чистой, а наша земля – менее плодородной. У нас будет меньше генетических

ресурсов для разработки лекарств, развития промышленности и выращивания урожая.

Биоразнообразие – это результат процесса эволюции и в то же время это страховка, поддерживающая этот процесс. Для того чтобы наши собственные гены оказались в будущем и дали нашим потомкам возможность жить долго и счастливо, мы должны обратить эту тенденцию вспять и постараться сохранить столько биоразнообразия, сколько возможно. Если мы этого не сделаем, мы рано или поздно превратимся в окаменелости вымершего вида, пополнив собой палеонтологические летописи Земли.

13. Палеонтологические летописи и взрывы

Нередко, говоря о древности, люди упоминают «палеонтологические летописи». Однако стоит заметить, что такие летописи – отнюдь не запланированная запись. Здесь никто не шел на студию звукозаписи, где можно спокойно и методично записать несколько треков так, как это делают рок-н-ролльные группы. Свидетельства, скрывающиеся в горных породах Земли, больше похожи на запись группы, играющую с неисправным микрофоном, а затем случайно записавшую несколько песен. Кроме того, когда эти треки были записаны, почти все окончательные варианты песен потерялись. Большая часть живых существ не сохранилась в окаменелостях, а большинство окаменелостей в конечном итоге оказалось в местах, где их невозможно обнаружить. Весьма впечатляет, что палеонтологи все-таки смогли восстановить жизнь отдельных растений и животных. Просто удивительно, что им удалось найти достаточно окаменелостей, чтобы определить диапазон всплесков и упадков в истории эволюции, в том числе один совершенно выдающийся пример эволюционного новообразования, который привел к появлению всех крупных животных, существующих на сегодняшний день.

Давайте на мгновение вернемся назад и подумаем, что нужно для того, чтобы стать окаменелостью. Прежде всего, вы должны быть похоронены. Не знаю как вы, но я бы предпочел, чтобы я сначала умер. Тем не менее с точки охотника за окаменелостями, чем меньше времени умерший оставался на солнце, или его омывали морские воды, или в нем ковырялись остроклювые птицы, тем лучше. Как бы жутко это ни звучало, но для палеонтолога лучше всего будет, если вас похоронят заживо. Место захоронения, как правило, должно быть влажным для того, чтобы тело лучше устроилось в почве. Затем мокрый песок или земля должны полностью высохнуть так, чтобы микроорганизмы не вызывали гниение останков. После этого ваше тело должно оставаться в своем захоронении в течение многих лет, точнее, миллионов лет, в то время как в ваши ткани будут медленно просачиваться минералы, превращая некогда живую структуру в камень.

Этот необычный процесс является, пожалуй, самым несовершенным способом хранения, который вы только можете себе представить.

Практически каждое животное и растение, жившее когда-либо на Земле, исчезло без следа. Предположим все же, что окаменелость прекрасно сохранилась, но затем угодила под тектоническую плиту размером с один из континентов Земли. Тогда, растворившись в расплавленной породе, она станет частью магматической мантии. Ее структура исчезнет, словно ледяная скульптура с корпоративного банкета на следующее утро.

Только благодаря очень редкой случайности мы можем обнаружить хоть какие-то следы прошлого. Вот почему каждое открытие новых (или старых?) окаменелостей становится настоящим событием. Кстати, крупные окаменелости найти легче, чем мелкие. Проще встретить бедро тираннозавра, чем палец какого-нибудь животного размером с голубя, пусть даже оба они сохранились в одном и том же геологическом отложении. Этот эффект отбора мог повлиять на наше понимание экосистемы древних динозавров. Мы можем предполагать, что большие существа доминировали, тогда как, возможно, на самом деле мелких животных было гораздо больше, просто они не так часто обнаруживаются при раскопках и среди останков динозавров.

Чем глубже мы копаем, тем старше животные и растения, которые мы находим. Мы можем проследить развитие некоторых видов на протяжении миллионов лет. Окаменелостей трилобитов так много, что ученые могут классифицировать их на отряды, подотряды, семейства, подсемейства и т. д., вплоть до пола и особей, как это делают биологи в отношении существ, живущих в данный момент.

Мы можем проследить родословную трилобитов более чем на 250 млн лет назад. Трилобиты напоминают мне крабов и омаров. Они обладали жесткими раковинами, которые сохраняли их останки, когда те оказывались захороненными и медленно обращались в камень. Прогулявшись по центральной части штата Нью-Йорк, я мог бы найти окаменелости трилобитов повсюду. С другой стороны, на Земле существует сравнительно мало ископаемых животных с мягкими частями тела. Когда, например, мы находим окаменелости древних носорогов, мы почти никогда не можем найти останки их ушей. Мягкие части тела, как правило, растворяются, вместо того чтобы окаменеть.

Есть несколько важных примеров ископаемых, которые демонстрируют и мягкие, и твердые части тел давно вымерших существ. Они играют очень важную роль в истории раскопок и в нашем понимании эволюции. Я имею в виду некоторые окаменелости, найденные в сланцах – осадочных породах, из которых раньше делали школьные классные доски. Сланцы, найденные в формировании Бёрджесс в Канаде, широко известны,

поскольку местные окаменелости сохранились просто идеально, к тому же они охватывают поистине исключительный период истории Земли.

В 2005 году, работая над телешоу о великих научных открытиях, я имел прекрасную возможность подержать несколько бёрджесских окаменелостей в своих руках. Изумительные окаменелости с серебристыми линиями, сохранившимися в слоях очень гладкого, почти черного камня, поистине великолепны. Эти твердые камни можно довольно легко разделить на идеально плоские, четкие слои. Опытные геологи могут лишь слегка подковырнуть открытые части сланца своим скальным молотком, который всегда при них, и таким образом отделить слои друг от друга, словно страницы в книге. Район Бёрджесс расположен в карьере Уолкотта в Британской Колумбии. В настоящее время он является частью канадских Скалистых гор, но когда-то это была огромная стена из грязи, бывшая частью древнего океанского рифа – он датируется примерно 500 млн лет назад, то есть кембрийским периодом, названным по одноименной области в Уэльсе, Великобритания (по давней традиции геологические периоды получают свои названия по месту, в котором впервые были обнаружены и занесены в каталог соответствующие им отложения. Совершенно случайно и та, и другая местность – Уэльс и Бёрджесс – когда-то относились к Британской империи).

Продолжив изучение раскопок, палеонтологи предположили, что эта древняя гигантская стена из грязи подломилась в один момент. Она упала или соскользнула вниз и моментально похоронила под собой бесчисленное количество морских существ, захлебнувшихся в растворе из ила и морской воды. В бёрджесских сланцах нет никаких признаков, свидетельствующих о том, что какое-нибудь существо пыталась выбраться или спастись. Все они, скорее всего, были обездвижены и задохнулись в своей ловушке. Не стоит слишком сильно об этом задумываться, иначе можно очень расстроиться. Тем не менее для нас, познающих свое место в процессе эволюции, эта находка нечто необычайное. Ни одна другая когда-либо исследованная область раскопок не открывала окаменелости такого высокого качества, как те, что были найдены в сланцах Бёрджесс – по-видимому, потому, что древний ил в этих местах отличался исключительной однородностью.

В сланцах Бёрджесс скрывается множество прекрасно сохранившихся раковин и тел десятков животных, которые были абсолютно неизвестны науке до момента открытия сланцев палеонтологом Чарлзом Уолкоттом, произошедшего в 1909 году. Однако древность и значимость этих окаменелостей были оценены по достоинству только в 1966 году, когда

несколько исследователей повторно изучили место раскопок и открыли истинный возраст окаменелостей, осознав разнообразие захороненных здесь существ. Тщательно отсняв, внимательно проанализировав, а затем аккуратно, слой за слоем отделив изображения от сланцевых оков, исследователи смогли восстановить размеры и формы древних существ. Они осознали, что смотрят на животных, которые непонятно как плавали, непонятно как ходили и нападали на добычу таким образом, который для многих вообще не мыслился возможным. Знаете ли вы, к примеру, животное, которое подобно *опабинии* имело пять глаз – две пары и один посередине? Мозг опабинии создавал такое изображение, которое мы, обделенные таким количеством глаз, едва ли можем себе представить. А как насчет животного, которое настолько смущало мировых экспертов, что даже получило имя *галлуцигения*, ибо им казалось, что они бредили.

Некоторые биологи-эволюционисты утверждают, что обилие ископаемых, сохранившихся в сланце этого отрезка кембрийского периода – около 500 млн лет назад, – наглядно демонстрирует, что жизнь на Земле когда-то была гораздо более разнообразной, чем сегодня, хотя большинство не согласны с таким утверждением. Вполне разумно предположение, что эти весьма необычные существа появились в результате естественного отбора, но их тела оказалась неработоспособными в долгосрочной перспективе. Они были вытеснены более поздними животными и их предками, которых мы наблюдаем сегодня. Эти уродцы навсегда исчезли с дальнейших страниц палеонтологической летописи.

На мой взгляд, эти животные не так уж сильно отличаются от тех, что мы видим сегодня, если согласиться с идеей, что любой отросток и любой орган использовался этим животным тогда, а в модифицированных формах они служат беспозвоночным морским существам и сегодня. Посмотрите на этих существ и обратите внимание на те особенности, которыми они резко отличаются от всего того, что плавает вокруг нас сегодня. Они из древнего, совершенно незнакомого нам подводного мира.

Окаменелости Бёрджесс уникальны в своих свидетельствах о жизни кембрийского периода, но для меня необычность этого места не так уж необычна. Во-первых, сохранить окаменелость в природе – это уже трудно, а найти окаменелые останки мягкотканных организмов, к какому бы геологическому периоду они ни относились, еще труднее. Мне кажется логичным, что, если бы мы просто знали, где искать, мы могли бы найти множество других удивительных животных и растений, запечатленных палеонтологической летописью. Более чем две трети нашего мира находится под водой. Я полагаю, что существует огромное множество

обильных палеонтологических захоронений, о которых мы так никогда не узнаем, поскольку находятся они где-то в глубинах вод либо погребены под современным или более новым детритом (это совокупность мелких осадков, представляющих собой продукты жизнедеятельности планктона, которые оседают на дне). Сланцы Бёрджесс были обнаружены через целых 50 лет после того, как Дарвин опубликовал свой фундаментальный труд. Я уверен, что есть еще множество мест, которые стоят того, чтобы на них посмотреть.

Наряду с великолепными окаменелостями, сланцы Бёрджесс также примечательны представленным в них периодом развития живых организмов – эпохой стремительных эволюционных новообразований, получивших название «Кембрийского взрыва». За 20 млн лет количество новых видов в окаменелостях, найденных по всему миру, увеличилось в 20 раз. Этот внезапный рост биологического разнообразия нередко представляется великой эволюционной загадкой. Креационисты очень часто говорят о Кембрийском взрыве как о произошедшем в одно мгновение явлении. Для меня это очередной пример крайнего невежества либо очень ограниченного критического мышления.

Для начала я должен поспорить по поводу слова *взрыв*. Я бывал в каменоломнях, где инженеры и техники взрывают породы. Типичный взрыв или череда взрывов состоит из нескольких тысяч зарядов и продолжается менее чем 30 секунд. Когда явление длится миллионы и миллионы лет, разве можно назвать его взрывом? В геологическом масштабе 20 млн лет не так уж и много, но это далеко не пара секунд между взрывами. Это действительно долго.

И все же, действительно ли разнообразие жизни на Земле увеличилось в 20 раз, или просто окаменелости не рассказывают о том прошлом, которое предшествовало появлению живых существ с твердыми раковинами, надежно сохранившихся в твердых породах в виде окаменелостей? Кембрийский взрыв скорее напоминает (или напоминал) процесс накачивания огромного надувного матраса. После того как некоторые морские организмы эволюционировали, обретя твердые раковины, неудивительно, что эти существа стали более успешными и модифицировались, обогатив фауну того периода. Если почти 20 млн лет биться над такими решениями, результат становится ожидаемым, не правда ли?

Для меня идея, что тогда разнообразие было большим, чем мы видим сегодня, разумна, но невероятна. Тогда постоянно происходили массовые вымирания (подробнее об этом в следующей главе), но они, видимо, не

были, если так можно сказать, *достаточно массивными*, чтобы привести нас к такому выводу. В этой связи Кембрийский взрыв поражает меня больше артефактом окаменелостей, которые можно найти в скалистых слоях, соответствующих примерно 20 млн лет, нежели фактом очень-очень быстрого увеличения разнообразия видов. Мне важнее, что тогда происходило увеличение размеров и прочности оболочек беспозвоночных морских существ, которые лучше сохранились в виде окаменелостей, чем животные и растения, им предшествовавшие. Но, конечно, я могу ошибаться. Подумайте и решите, что важнее для вас.

В целом сложность формирования окаменелостей обуславливает появление огромного количества пробелов. Но иначе и быть не могло. Чем меньше организм, тем мягче его тело, тем он более древний и тем скорее он попадает в один из этих пробелов. Удивительно не то, что у нас нет больше примеров, подобных сланцам Бёрджесса; удивительно, что этот практически идеальный образец у нас все-таки есть.

Конечно, он скрывает еще больше секретов и тайн. Исследователи, работающие с имеющимися коллекциями окаменелостей, и карабкающиеся по скалам геологи продолжают пополнять и расширять палеонтологическую летопись Земли. Двигаясь в будущее, мы продолжаем все больше и больше узнавать о прошлом. С каждым днем время нашей жизни сокращается, и с каждым днем мы получаем доступ ко все большему периоду эволюционного времени. Я надеюсь, что когда-нибудь один из моих читателей (или даже я сам) найдет окаменелость, или хотя бы сам ею станет, пополнив палеонтологическую летопись для наших потомков.

14. Мы и массовые вымирания

Готовясь к дебатам с креационистом Кеном Хэмом в Кентукки, я прикинул, что на Земле сейчас существует около 16 млн видов живых организмов. Что если бы 14 млн из них вдруг внезапно исчезли? Звучит неправдоподобно, как в каком-то мрачном голливудском блокбастере? Но это именно то, что, судя по всему, происходило, по крайней мере, пять раз за последние полтора миллиарда лет. В каждом случае катастрофическое событие (или ряд событий) уничтожало до 90 % морских и наземных животных во всем мире, и все это происходило буквально в мгновение ока – по крайней мере, с точки зрения геологии. В отличие от зарождения жизни, массовые вымирания являются наиболее драматичным и загадочным событием в истории жизни на Земле.

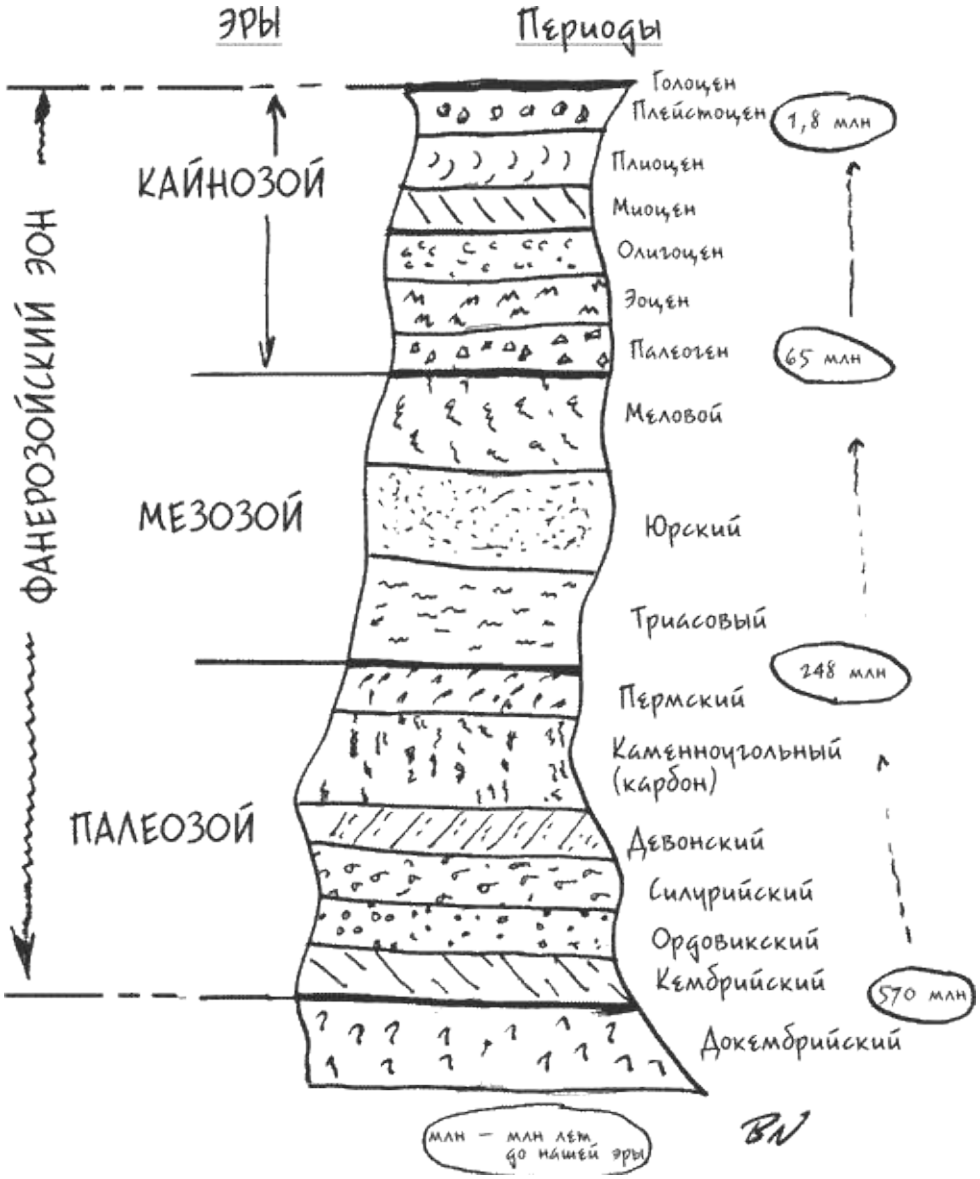
Самые явные доказательства этих массовых вымираний находятся в породах, которые образуют или некогда образовывали океанское дно. Ученые устремляются к морю с массивными, но элегантными устройствами, чтобы извлечь цилиндрические образцы океанского дна, где в отложениях осадочных пород прослеживается некая систематичность. Оказавшись там, отложения практически не подвергаются атмосферным влияниям. Там нет ни ветра, ни дождей, ни циклов замерзания и оттаивания почвы. Возраст Земли составляет 4,54 млрд лет. Ее кора неоднократно трескалась, передвигалась, оттаивала и модифицировалась. Большая часть загадочной древней истории нашей планеты для нас утрачена. Тем не менее погребенные в древних отложениях, некоторые доказательства этих пяти вымираний еще сохраняются.

Одна из самых больших проблем в реконструировании массовых вымираний – это понимание того, что именно и когда произошло. Та к же как мы разделили живые организмы в иерархии типов – домен, царство, тип, класс, отряд, семейство, род и вид, – геологи разложили долгую историю нашей планеты на эоны, эры, периоды, эпохи и века. Так же как и биологи, которые для большего понимания отношений между живыми существами добавили другие термины, такие как надотряд и подвид, геологи аналогичным образом используют термин *надэон* для описания всей истории Земли, от формирования планеты и до кембрийского периода.

Вы наверняка встречались с такими терминами, как мезозойская эра, юрский период и каменный век. Эти словосочетания происходят из геологии. На протяжении большей части истории Земли жизнь на планете

всего лишь стремительно набирала обороты. В основном живые существа были представлены одноклеточными организмами или относительно простыми мягкотелыми животными. Практически все самое интересное началось как раз в последние 500 млн лет. Почти все существа, о которых вы когда-либо слышали, от трилобитов до динозавров и неандертальцев, появились именно в это время. Все эти годы в настоящее время считаются частью одного-единственного геологического эона, который носит замечательное имя: фанерозойский эон (от греческого «фанерос», то есть видимый, явный). Фанерозой, в свою очередь, делится на три геологические эры: палеозой, мезозой и кайнозой. Последняя эра – это та, в которую мы живем. Грубо говоря, названия этих эр означают «старые животные», «средние животные» и «новые животные» (в том числе и мы). Наконец, эти эры делятся на эпохи. Наша эпоха называется голоцен, или «новая», и охватывает последние 10 тысяч лет, то есть примерно одну пятисоттысячную часть всей истории планеты. Взгляните на мою схему.

Все эти названия и даты имеют большое значение для палеонтологов, анализирующих историю эволюции. Кропотливо исследовав имеющиеся ископаемые свидетельства, они установили количество живых существ на Земле, особенно в океанах, в разные периоды в течение последних 500 млн лет. В процессе этих исследований они обнаружили относительно короткие промежутки времени, в которые количество разнообразия резко снижалось. Это были массовые вымирания. Я расскажу о пяти, известных нам вымираниях. Хотя я надеюсь, что мы все скоро признаем, что на самом деле их шесть и последнее происходит прямо сейчас.



Старейшее массовое вымирание называют ордовико-силурийским, от названий геологических периодов, во время которых это произошло (444 млн лет назад). Здесь мы потеряли около 85 % океанских видов. В то время на Земле еще практически не было жизни. Океан был местом сосредоточения всех процессов. Это было второе по величине массовое вымирание. Затем следовало Позднее девонское вымирание – около 364 млн лет назад. В этот раз мы утратили около половины животных и растений Земли.

Наиболее трагическим эпизодом в истории фанерозоя стало пермско-триасовое вымирание, или Великое пермское вымирание, произошедшее 251 млн лет назад. Будучи молодым инженером, я работал в Пермском

бассейне в штате Техас и без труда находил древние ракушки на земле, болтаясь рядом с водопроводом нефтяной вышки, которую я обслуживал. Это тот же самый Пермский бассейн, о котором вы, возможно, слышали, если смотрели телевизионный сериал «В лучах славы», где рассказывалось о драме школьной футбольной команды из западного Техаса[6]. Судя по всему, во время пермско-триасового вымирания Земля потеряла около 75 % всех видов. Только представьте себе это! В результате в живых осталось только 25 % всех живых существ на планете. И я, и вы являемся потомками этого счастливого меньшинства – 25 %.

В центральной части штата Нью-Йорк, где я учился в колледже, можно запросто найти окаменелость трилобита, если прогуляться по восхитительным сланцевым ущельям, высеченным потоками воды. За неделю можно найти с десяток. Осознание того, что трилобиты жили здесь более 250 млн лет назад, начиная с кембрия и включая пермский период, несколько отрезвляет и поражает. И тем не менее все они, то есть буквально каждый из них, вымерли. Я бы не хотел, чтобы что-то подобное случилось и с нами, по крайней мере, не в ближайшее время. С другой стороны, пермско-триасовое вымирание расчистило путь появлению динозавров. Это в очередной раз показывает, как сильна тяга живых существ к выживанию и как упорно живые существа восстанавливаются… при наличии большого количества времени, конечно.

Следующим стало триасовое вымирание, случившееся около 200 млн лет назад. За этот период мы, судя по всему, потеряли около половины существовавших тогда видов. После стольких событий это уже звучит довольно привычно.

И вот, наконец, мы подходим к самому знаменитому и знаменательному массовому вымиранию – мел-палеогеновому, случившемуся 66 млн лет назад. Геологи предпочитают использовать заглавные буквы для обозначения геологических периодов. Почему бы нет? Это избавляет от труднопроизносимых слов и фраз. Двигаясь от глубокого прошлого к прошлому недавнему, мы встретили два периода, которые начинаются с буквы К (англ. С), карбон (каменноугольный период) и кембрий, которые сокращенно записываются как С и С-. Так меловой период получил сокращение К, а массовое вымирание, случившееся между меловым и третичным периодами, стали называть К-Т-вымирание. К происходит от немецкого слова *Kreide*, обозначающего мел, поскольку именно там меловой период впервые получил свое название. Совсем недавно геологи присвоили ранней части третичного периода более конкретное имя – палеоген. Вот так в начале XXI века мы вносим границы

мелового периода и палеогена в геологическую летопись Земли. Массовое вымирание, постигшее также древних динозавров, в сокращенном виде обозначается как вымирание K-Pg.

Это вымирание стало именно тем драматичным событием, которое ознаменовало собой конец эпохи динозавров (хотя я хотел бы напомнить людям, что нас по-прежнему окружают современные потомки пернатых динозавров – птицы). Оно известно большинству из нас, кто молод сердцем и очарован динозаврами. Также, скорее всего, не случайно, это вымирание открыло эру млекопитающих. Оно освободило место для нас.

Мы не можем быть абсолютно уверены в том, что именно вызвало каждое из этих массовых вымираний, но у нас есть довольно много отличных подсказок. Кроме того, мы создали множество математических моделей климата Земли. Мы делаем все возможное, чтобы оценить то, что могло привести к трагедиям такого масштаба. Мы исследуем скалы, окаменелости, проводим химические анализы. Мы производим расчеты и придумываем очень содержательные гипотезы о том, что же там произошло. Изучение прошлого очень полезно; оно позволяет нам совершенствовать прогнозы того, что может произойти на Земле снова, и, возможно, очень скоро.

У нас также есть прямой доступ к современной картине мира. Глядя на Землю из космоса, раз уж это позволяют наши сложные спутники, мы можем наблюдать за тем, как сегодня меняется климат. Однако мы также можем сравнивать климат Земли с климатом наших ближайших планетарных соседей, Марса и Венеры. Мы делаем выводы о том, что же может вызвать такое радикальное изменение климата целой планеты, приведшее к тому, что в такой короткий промежуток времени половина или даже почти все живые существа вымирают и исчезают.

Мы собираем подсказки, изучая Землю как сложную живую и планетарную экосистему. Если вы рассмотрите любую экосистему, в которой когда-либо жили – будь то лес, город, ферма, или, возможно, вы некоторое время находились в плавании по океану, – вы увидите, насколько эти системы сложны. Живые существа взаимодействуют со своим окружением всевозможными способами. Когда окружающая среда резко меняется, экосистемы также изменяются. Работая в компании «Боинг», я провел много прекрасных часов, путешествуя по горам в районе Сиэтла. Поднимаясь по склонам гористой западной части Северной Америки, можно оказаться в районах, где в последние несколько сотен лет произошли оползни. Здесь заметны радикальные различия между растительностью и фауной верхней и нижней части оползня, а также

наглядны не изменившиеся приграничные области, где деревья и фауна живут точно так же, как жили до того, как падающие камни сокрушили и погребли под собой большое количество живых существ.

Чтобы вызвать массовое вымирание, оползень должен был иметь поистине глобальный масштаб. Что может привести к чему-то подобному? Для меня есть две версии, которые сразу приходят мне на ум. У геологов тоже.

Потенциально первым «спусковым крючком» вымираний могли стать вулканы. Если вам когда-нибудь выпадет возможность, я настоятельно рекомендую посетить Национальный вулканический памятник в штате Вашингтон в США – гору Сент-Хеленс, где целые экосистемы исчезли с лица Земли, когда 18 мая 1980 года верхушка горы обрушилась вниз. Бесчисленное количество птиц, рыб, насекомых и сотни крупных животных, таких как олени, полевки и еноты, погибли в одно мгновение. Все свидетельства их существования были либо погребены под тысячами тонн льда, камней и грязи, либо сожжены дотла. Если можете, слетайте на Гавайи, чтобы увидеть вулканы, из которых сочится горячее, раскаленное докрасна нутро горы. Лавовый поток здесь не останавливается; он сжигает все на своем пути. Представьте себе десятки или сотни вулканов, извергающих пепел и огонь на огромных пространствах поверхности планеты. В результате могло произойти такое резкое изменение в атмосфере Земли, что ни одно живое существо, тем более сложные системы живых существ, не смогло бы остаться в живых.

Мы знаем, что массовые извержения вулканов происходили, поскольку мы все еще можем наблюдать гигантские лавовые потоки. Эти всплески вулканизма содержат характерную породу, которая называется базальтовой. Когда она остывает, она часто образует огромные блоки, напоминающие гигантские кристаллы поваренной соли. Потоки лавы настолько стремительны, что геологи называют их «базальтовое наводнение». Некоторые из этих огромных потоков могли извергаться даже под водой – например, как в случае с гигантским плато Кергелен в южной части Индийского океана – радикально изменяя химический состав океана и атмосферы. Огромные излияния лавы в районе, где теперь располагается Сибирь, в настоящее время считаются лучшим объяснением опустошительного пермско-триасового вымирания. Исследователи также винят вулканы в вымирании конца триасового периода. И все же не забывайте: мы расследуем очень, очень древнее преступление.

В регионе Декан, в современной Индии, есть огромная зона вулканических скал. Границами этого района служат восточное и западное

побережья Индии и горы Виндхья на севере. Обнажения этих слоев породы напоминают лестничные ступени, поэтому геологи и воспользовались для их обозначения скандинавским словом *траппъ*, обозначающим лестницы. В Деканских траппах можно найти несколько слоев породы, занимающих площадь в 500 тысяч квадратных метров (200 тысяч квадратных миль). В целом они включают в себя 1,2 кубических километра лавы. Судя по всему, это было совершенно ужасное извержение или даже серия извержений.

Между слоями застывшей лавы на плато Декан находятся осадочные слои, сформированные древними морями. Геологическая датировка этих слоев показывает, что появились они между 60 и 68 млн лет назад и что извержение или извержения достигли своего пика около 65 млн лет назад – примерно в то же время древних динозавров постигла их трагическая судьба.

Могли ли эти базальтовые наводнения иметь какое-то отношение к исчезновению древних динозавров? Некоторые геологи, такие как Герта Келлер из Принстонского университета, приводят тому убедительные доказательства. Проведя некоторые полевые исследования в области траппов плато Декан, она заявила: «Нам впервые удалось установить прямую связь между основной фазой Деканского магматизма и массовым вымиранием». Она имела в виду древних динозавров и др.

Изучая окаменелости в древних отложениях в районе Деканских траппов, Келлер обнаружила, что биоразнообразие фораминифер (обширный отряд водных одноклеточных микроорганизмов) заметно сократилось к моменту извержений. По-видимому, имели место и значительные местные вымирания. Мощные извержения вулканов, которые сформировали траппы Декана, видимо, испускали ядовитые газы, создавая огромные слои пыли в атмосфере; эти выбросы отражали солнечные лучи, вызывая тем самым некоторое охлаждение Земли. Во время других эпизодов вулканы выбрасывали тонны газов с тепличным эффектом, которые очень быстро накаляли планету. Вот такое принудительное изменение климата.

Даже менее разрушительные геологические изменения могли бы привести к истреблению жизни. Например, смещение континентов и изменение прибрежных линий могли вызвать серьезные колебания в глобальном климате. Судя по всему, именно это и случилось во время ордовикско-силурийского вымирания, когда большая часть Земли была частью единого суперконтинента, мигрировавшего к Южному полюсу. В этот период Земля охладилась, сформировались огромные ледники, уровень моря понизился, и множество обитателей океана остались на

обмелевших берегах. И все же некоторые вымирания, похоже, происходили быстро, и не только в геологических масштабах, но и с точки зрения человека.

Итак, мы подошли ко второму вероятному виновнику крупных вымираний: астероиды. Если на Землю упадет астероид, все может измениться в мгновение ока. Такое событие могло спровоцировать вымирание K-Pg, когда все вокруг, судя по всему, изменилось слишком быстро, по крайней мере, для того, чтобы можно было объяснить эти изменения вулканической активностью – в конце концов, не она одна могла стать причиной произошедшего. Сегодня ученые сходятся во мнении, что основной причиной исчезновения древних динозавров стал десятикилометровый булыжник, поразивший нашу планету в районе современного мексиканского побережья. Результатом столкновения можно считать различимый и сегодня 180-километровый кратер по имени Чиксулуб (народы майя произносили это как «ЧИК-су-луб»), что означает «дьявольская блоха». Наверное, блохи тогда были ну очень уж злобными. Некоторые ранние вымирания, возможно, также были результатом встречи с астероидом или группой астероидов, угодивших, например, в океан и потому не оставивших для нас свидетельств о себе.

Однажды я повстречал Вальтера Альвареса, ученого, который разработал и отстоял теорию, согласно которой астероид стал причиной вымирания K-Pg. Мы чудно отобедали. Он очень содержательный и воодушевленный человек, увлеченный педагог. Он также обладает редкой способностью смотреть на мир и видеть то, что другие люди не видят. Тем самым он немного напоминает мне Дарвина. Уолтер и его отец, геолог Луис Альварес, предложили идею о столкновении с астероидом в 1980 году, в то время, когда большинство его коллег полагали, что столкновения не так уж важны для истории геологии. Такая теория вызвала множество споров. С тех пор она была тщательно изучена и оценена по достоинству. В настоящее время практически все ученые сходятся во мнении, что эта теория весьма разумна и правдоподобна.

Когда Земля еще находилась в стадии формирования, она состояла из расплавленных металлов и минералов, затем все тяжелые материалы опустились вглубь, к ядру планеты. В связи с этим геологи не ожидали, что могут встретить в скалах на поверхности Земли иридий – тяжелый элемент, атомное число 77. В принципе, они не ошибались. Когда совсем незначительное количество этого металла было обнаружено в горных породах, возраст которых составлял 66 млн лет, а значит, сформированных именно в период вымирания, Альварес рассудил, что он мог попасть туда

из астероида, поскольку астероиды содержат большее количество иридия по сравнению с земной корой. Видимо, астероид ударил близ Чиксулуба и раскололся, разбросав вокруг свои обломки.

Независимо от того, куда падают большие астероиды, они вызывают кипение морей, выбрасывают в воздух пыль и кислотные соединения и, возможно, вызывают выработку углекислого газа, скапливающегося над скалами и наполняющего воздух, создавая мощный парниковый эффект, – все это в свою очередь может изменить климат в мире быстрее, чем живые организмы успеют к нему приспособиться. Мощный удар может вызвать огромные волны в океане и в атмосфере, что может изменить погоду по всему миру на длительный период. Возможно, астероиды также способствовали высвобождению внутренней тепловой энергии Земли, тем самым приводя в действие земные вулканы. Среди научного сообщества есть такая шутка – хотя это и не шутка, – что динозавры погибли, потому что у них не было федеральной космической программы, чтобы спасти себя от этого астероида.

Примечательно, что падения других крупных астероидов, видимо, не вызывали массовых вымираний. С Чиксулубом что-то было не так. Конечно, это было необычайно крупное столкновение, но в то же время астероид мог попросту угодить в геологически чувствительную область. Эти вулканы в Индии, вероятно, также имеют отношение ко всей этой истории. К тому моменту, когда астероид столкнулся с Землей, экосистемы планеты уже находились в стрессовом состоянии. Кстати, мы тоже должны извлечь из этого урок. Экосистемы могут реагировать очень быстро, и чем больше оскорблений мы им наносим, тем сложнее им сдержаться. Современная человеческая деятельность создает все больший экологический дисбаланс. Сколько живых организмов на Земле смогут выдержать это?

Важный урок следует извлечь из судьбы нашей соседки – Венеры. Эта планета очень напоминает Землю по размеру и составу, но температура ее поверхности составляет около 460°C – там даже жарче, чем в вашей духовке. Температура Венеры отличается от земной не потому, что Венера немного ближе к Солнцу. Нет, Венера горячее, прежде всего, потому, что в ее атмосфере полно двуокиси углерода – парникового газа, который удерживает солнечное тепло в атмосфере планеты. Венера является наглядным примером экстремального изменения климата: возможности существовать в этих запредельно высоких температурах для жизни, какой мы ее себе представляем, нет. Чтобы Земля стала такой же, как и Венера, в геологии и химии планеты должны произойти большие изменения. Но

люди уже сейчас выбрасывают угрожающе много углекислого газа в атмосферу Земли, заставляя наш климат двигаться именно в этом направлении. Накапливание углерода в атмосфере представляет собой просто ужасающую перспективу для планеты. Не хотелось бы стать похожими на Венеру, даже на толику.

Мы знаем, что небольшое охлаждение может привести к массовым вымираниям; судя по всему, это и произошло во время ордовикско-силурийского вымирания. Очень важно, что даже резкие перепады климата, очевидно, во многом способствовали массовым вымираниям пермско-триасового периода и вымиранию K-Pg, а, возможно, еще и некоторым другим.

Промышленные выбросы человечества являются одним из факторов, приводящих к изменению нашей планеты, но он не единственный. Со скоростью, затмевающей масштабы «большой пятерки» древних вымираний, мы губим бесчисленное количество видов, уничтожая места их обитания. Мы заставляем бесчисленные виды мигрировать, менять свое местожительство, изгоняем их из привычных экологических ниш. Повышенное содержание углерода в воздухе задерживает солнечное тепло в атмосфере; углерод также проникает в океан, образуя угольную кислоту (как в безалкогольных напитках), которая только усугубляет надвигающиеся на нас проблемы. Проблема не только в том, что экосистемы меняются; в принципе, условия на Земле меняются на протяжении всего времени, что существует планета. Проблема в скорости, с которой мы провоцируем эти изменения. Это поезд, который со стремительной скоростью несет нас к шестому массовому вымиранию.

Попробуем оценить текущую ситуацию беспристрастно, с точки зрения эволюции. Если мы уничтожим экосистемы, то место тех, кого мы погубим, займут новые организмы. И все же нетрудно догадаться, что, уничтожая экосистемы, от которых мы зависим, мы в первую очередь губим себя. Конечно, люди сообразительны и жизнелюбивы, и потому можно предположить, что случись что – некоторые из нас все же выживут. Только как быть с остальными? Каковы будут человеческие, а с ними и «экономические» потери – сколько наших генов, в том числе ваших, исчезнет навсегда?

Чем раньше мы начнем реагировать на изменения климата, тем лучше. Поверьте мне на слово! Просто взгляните на эоны, эры, периоды и эпохи… Может быть, в далеком будущем какое-нибудь разумное существо, копаясь в древних толщах, будет пытаться выяснить, что же случилось с *Homo sapiens* во время Великого голоценового вымирания? Земля останется на

месте независимо от нас и наших действий. Давайте просто работать сообща, чтобы спасти наш мир – для нас же самих…

15. Древние динозавры и испытание астероидом

Когда я учился во втором классе, наша учительница г-жа Макгонагл, зачитывая отрывки из большой и увесистой книги, объясняла нам, почему вымерли древние динозавры. В то время, по-видимому, лучшей идеей относительно причины их гибели было появление млекопитающих. Наши предки каким-то образом завладели всеми пищевыми ресурсами динозавров или просто съели все их яйца. Даже будучи очень юным, я мог бы сказать, что сама госпожа Макгонагл к такому объяснению явно не склонялась. Я и сам с легкостью представлял себе анкилозавра, рыщущего в поисках какого-нибудь фрукта на завтрак, который незаметно для самого себя одной левой ногой втаптывает в землю целую семью древних кроликов. Видимо, главной идеей подобной теории было послание о неуязвимости человека к вымиранию, ведь в результате мы явно оказались в победившей команде. Но миссис Макгонагл определенно полагала, что эта идея просто не разумна, и я с ней в этом согласен.

Сегодня мы знаем гораздо больше о вымирании древних динозавров. Мы знаем, что они не были эволюционной ошибкой; неудачные случаи адаптации отсеиваются довольно быстро, а динозавры оставались в истории земли на протяжении примерно 160 млн лет (история человечества недотягивает и до одной тысячной этого срока). Мы знаем, что массовые вымирания являются результатом глобальных изменений окружающей среды. И теперь у нас есть убедительные доказательства того, что древних динозавров выживали с планеты особо экстремальные изменения: не стаи оголодавших млекопитающих, а череда продолжительных и ядовитых вулканических извержений и в придачу к ним гигантский огненный камень, свалившийся прямо с неба.

Давайте повнимательнее посмотрим на астероид, который упал на Землю в конце мелового периода. Десятикилометровый камень может показаться не таким уж страшным, если сопоставить его с нашей планетой, диаметр которой составляет целых 13 тысяч километров. Правда, двигался он, вероятно, со скоростью около 20 километров в секунду, что составляет около 72 000 км/час. При таких скоростях астероид получает энергию тысячи миллиардов (триллиона) тонн в тротиловом эквиваленте. Такие масштабы даже трудно вообразить. Скорее всего, осколки от этого

астероида взлетели вверх, в атмосферу, очутившись на высоте 200 тысяч километров – это половина расстояния до Луны. Наша планета была окружена облаком раскаленных камней на протяжении нескольких дней или даже недель. Часть этих осколков осталась в воздухе и продолжала заслонять собой Солнце. Некоторые рухнули вниз, вызывая обширные возгорания на Земле. Морские организмы просто заживо сварились. И древние динозавры либо погибали прямо там, где падали эти осколки, либо спасались, но потом уже не могли найти себе пропитания. А наши далекие-предалекие предки в это время сидели себе в пещерах и норах, вот так-то!

Мы во многим схожи с теми дремучими предками. У нас тоже есть волосы. Мы тоже дышим воздухом. Наши женщины выкармливают потомство своим молоком. У нас четыре конечности, на каждой – по пяти отростков, у нас стереоскопическое зрение. Чему тут не нравиться?.. И все это не только благодаря довольно крупному астероиду, расчистившему путь для нас с вами… но также благодаря тому, что мы не столкнулись с другим астероидом, который мог стать для нас таким же адским испытанием.

Обращая свой стереоскопический взгляд в ночное небо, мы часто задаемся вопросом, одни ли мы в космосе. Если кто-то утверждает, будто ни разу не думал об этом, то он определенно лжет. Каждый хоть раз задавал себе этот фундаментальный вопрос. Как вам такой вариант: может быть, мы никогда не слышали о ком-то или чем-то из другого мира, о какой-то другой цивилизации, потому что живым существам где-то в далеком космосе просто не удалось пройти испытание астероидом.

Нам с вами посчастливилось жить на планете с большой Луной. Когда-то, после целого ряда всемирных конфликтов, у нас появились две сверхдержавы. В результате ужасного террористического акта один из лидеров этих держав был убит, а его стратегия по освоению Луны превратилась в одну из генеральных политических линий, заставившую представителей нашего вида начать создание глобальных космических программ. В результате, если появится астероид, который сможет снова разрушить доминирующую форму жизни, эта доминирующая форма (мы с вами) будет готова так или иначе дать отпор этой каменной или ледяной глыбе.

У нас есть технологии для предотвращения еще одного массового вымирания. Мы могли бы как следует наподдать приближающемуся астероиду, и жизнь продолжала бы идти своим чередом. В настоящий момент в разработке находится целый ряд соответствующих технологий. Мы могли бы протаранить астероид ракетой, прикрепить ракету к нему или перенаправить его с помощью бомбы. При достаточном количестве топлива

мы смогли бы изменить его траекторию с помощью массивного космического корабля. В Планетарном обществе мы рассматриваем вариант изменения траектории астероида с помощью лазера, работающего на аккумулированной солнечной энергии. Древние динозавры не могли сделать ничего подобного – насколько мы знаем. А мы можем.

Конечно, это размышления в стиле научной фантастики. Но я хочу подчеркнуть, что это далеко не бредовые идеи. Все это вполне обоснованно, хоть и звучит необычно. В результате изучения эволюции и стремлений узнать о том, откуда мы все появились, мы вышли на след этого космического гиганта-разрушителя. Это часть научного процесса, и он предлагает нам узнать нечто важное о том, как мы развивались, что в результате может помочь нам всем выжить.

Столкновение с астероидом по всем научным подсчетам является единственным предотвратимым стихийным бедствием. Так что, мои коллеги-земляне, давайте займемся делом и позаботимся о том, чтобы мы больше никогда не получили такого удара.

16. Прерывистое равновесие

Если вы еще не были в национальном парке Зайон, то я настоятельно рекомендую там побывать и посетить песчаные каньоны, где перед вами, слой за слоем, словно страницы в книге, раскрывается вся история Земли. Если вы хотите побольше узнать о том, как исчезали старые виды и появлялись новые, – это место отлично подойдет для вас. Местный пейзаж гипнотизирует – словно завороженный ты стоишь и пытаешься подсчитать количество геологических слоев. Слои формации охватывают промежуток от конца пермского периода и до раннего мелового периода. Это порядка 200 млн лет. Если посмотреть внимательно, слои здесь сложены, словно листы бумаги в лотке ксерокса; только эта кипа достигает тысячи метров в высоту.

Когда я смотрел на эти слои в 1997 году, во время съемок «Научного парня», у меня было особое ощущение, будто история Земли – это постоянный труд. Каждый тончайший слой казался уложенным в соответствии с особой системой. Ветер переносил песчинки, формируя огромные дюны. Время от времени все намокало. Время от времени все высыхало. Когда почва была влажной, кальцит – $CaCO_3$(карбонат кальция) и гематит – Fe_2O_3 (оксид железа, также известен как ржавчина) растворялись в древних водах и цементировали песчинки, укладывая их плотными слоями. Ржавчина давала красивые красные тона. Эта сцена буквально завораживала всю съемочную группу и меня стройным ритмом узоров в песчаных отложениях.

Я не единственный, кто пережил подобные ощущения. Чарлз Лайель, известный геолог XIX века, испытывал схожие чувства. *Natura non facit saltum* (лат.) – природа не делает скачков – общепризнанная мудрость того времени, и вера в равномерное формирование геологической истории называлась униформизмом. К его чести, Лайель понимал, с каким объемом времени он имел дело. Ведь, по сути, это гораздо больше, чем вы думаете. Большинство из нас даже представить себе такого не может.

Униформизм поразил Дарвина, будучи одним из путей развития природы, геологическим либо каким-нибудь иным. Он и его современники полагали, что виды появлялись медленно, но неуклонно, и так продолжалось с начала времен. Но действительно ли это так? Оказывается, это очень важный вопрос, необходимый для понимания того, откуда берутся новые виды, с его помощью можно совместить древние

ископаемые свидетельства и современные генетические доказательства и провести идеи Дарвина в XXI век.

Изучая все окаменелости, которые только можно было найти, Дарвин и многие более поздние ученые столкнулись с настоящей загадкой. Оказалось, что многие виды животных и растений исчезли. Не хватало очень важных окаменелостей – например, останков древних видов птиц, разных переходных форм. Недостающие окаменелости Дарвин назвал «наиболее очевидным и тягчайшим возражением, которое можно выдвинуть против моей теории…». Это был головоломка, решить которую желали многие ученые, но она оставалась неразгаданной в течение долгого времени. Изысканность решения этой задачи и по сей день сбивает с толку миллионы людей. Креационисты и несведущие люди по всему миру продолжают сомневаться по поводу эволюции, отчасти из-за озабоченности по поводу недостающих окаменелостей, которая еще тогда владела Дарвином и другими исследователями XIX века.

Одной из проблем была нехватка информации. По сравнению с сегодняшним днем во времена Дарвина было гораздо меньше ископаемых, доступных для изучения. Доступные нам музеи и обширные коллекции тогда еще не существовали. Не было экономических возможностей делиться экземплярами, которые были на тот момент у ученых, не было передачи электронных изображений на портативных экранах и т. д. Большинство окаменелостей, обнаружение которых исследователи прогнозировали на основании своих исследований, еще не были найдены. Это особенно верно в отношении ископаемых останков, которые должны были соединить людей с предком, общим для нас и человекообразных обезьян, бонобо и шимпанзе. Эта единственная гипотетическая окаменелость получила название «недостающего звена». Я хорошо помню, как в детстве неуклюжих, неграмотных или некультурных сверстников называли «недостающим звеном». Мои родители называли одного из приятелей моей старшей сестры «недостающим звеном». Они считали, что в качестве жениха он ей не подходил. Хотя я уверен, что он был человеком, как и каждый из нас, а не «недостающим звеном» палеонтологической летописи. С другой стороны, мой бывший начальник…

На протяжении десятилетий с момента публикаций Дарвина полевые геологи и палеонтологи стали находить в раскопках тысячи и тысячи ископаемых. Они обнаружили удивительное количество останков древних динозавров, огромное многообразие вымерших млекопитающих и бесчисленное множество окаменелостей морских существ. Всего лишь через два года после того, как Дарвин выразил свою озабоченность по

поводу недостающих окаменелостей, в Германии, например, была обнаружена знаменитая окаменелость птицеподобного *археоптерикса*, и это лишь один из примеров. Позднее охотники за ископаемыми смогли обнаружить целый спектр человеческих предков, в том числе сахелонтропа, который на самом деле мог быть общим для человека и шимпанзе предком. Каждого из них можно считать уже найденным «недостающим звеном».

Вопрос о «недостающих звеньях» сохранился главным образом у людей, которые верили (и даже сейчас верят), будто возраст Земли не превышает десяти тысяч лет и что люди уникальны и не имеют никакой связи с древними предками какого-либо из миллиарда организмов, существовавших до нас. Необоснованно утверждая, будто никакой переходной формы между обезьяной и человеком не существовало, они вводят в заблуждение огромное количество умов.

Даже после обнаружения так называемого недостающего звена одна из самых больших загадок, волновавших Дарвина, осталась неразгаданной. Во всяком случае, заполнение палеонтологической летописи вызывало в нем все большую озабоченность. Во-первых, казалось, что новые виды появляются в геологической летописи слишком быстро. Размышляя на эту тему, Дарвин писал: «Почему же тогда каждая геологическая формация и каждый слой не наполнены такими промежуточными звеньями…?» Во-вторых, как только вид укоренялся, он и его потомки укоренялись и в летописи окаменелостей – их останки занимали слои в горных породах, в совокупности соответствующие довольно приличным промежуткам времени. Одни лишь трилобиты выживали в различных перевоплощениях в течение более чем 250 млн лет. Та к или иначе, эволюционные изменения, казалось, происходили очень быстро, но в то же время и очень медленно.

Чтобы понять смысл такого парадокса, необходимо объединить самые современные знания о новых экосистемах с изучением существ, которые жили в далекой древности. Конечно, было непросто заставить говорить каждого из них. Как писал мой коллега и друг Дон Протеро, «в то же время систематики (биологи, изучающие наименования и отношения организмов) были заняты описанием новых видов, но мало думали об эволюционных последствиях своей работы. У них просто не было общей нити, и, казалось, не будет никакого способа показать, что дарвиновский естественный отбор совместим с генетикой, палеонтологией и систематикой».

Эта задача была блестяще решена в 1972 году двумя начинающими (но в настоящее время очень хорошо известными) эволюционными биологами: Нильсом Элдриджем и Стивеном Джеем Гулдом. Они провели убедительные анализы огромного количества ископаемых и пришли к

выводу, что, хотя у нас есть очень много окаменелостей, которые демонстрируют длинные ветви потомков, удивляет отсутствие окаменелостей, которые могли бы связать некоторые из этих ветвей с другими линиями. По-прежнему не было понятно, как именно динозавры стали тем, кого мы считаем современными птицами, хотя в целом курс этой эволюции был ясен. Точно так же не было ясно, как рыба в конечном итоге смогла научиться ходить по земле, или как наземные животные пошли обратным путем и в конечном итоге стали плавать – например, дышащие киты или улыбающиеся дельфины. Некоторые важные трансформации, казалось, происходили так быстро, что просто тонули меж строк (или цифровых битов) палеонтологической летописи. Именно это Элдридж и Гулд намеревались объяснить с помощью удивительно новаторского подхода к идеям Дарвина.

Вы, возможно, слышали определение, которое они придумали для этого феномена: «прерывистое равновесие». Я повстречал Стивена Джея Гулда на небольшом групповом ужине и могу засвидетельствовать, что он имел чертовски отменный словарный запас. Наряду со своим владением английским языком, он, казалось, практически свободно разговаривал на латыни. В любом случае прерывистое равновесие – это характеристика механизма воспроизводства видов. Кто-то типа меня мог бы назвать это «изоляцией видообразования» или «формированием генетического острова». Для меня это может звучать как: «Все в порядке, пока вода в ручье не поднялась». То есть, говоря по-биллнайски, «если вода в ручье поднимется, популяция может оказаться в изоляции на генетическом острове» (биллнайская речь подразумевает под собой слова и выражения, сформулированные Биллом Найем).

Какой бы термин вы ни использовали, важно знать, что ответ на загадки Дарвина заключается в размере популяций – в частности, небольших изолированных популяций. Дарвин описывал, как один вид порождает новый. Именно так было в отношении знаменитых «дарвиновских» вьюрков с Галапагосских островов. Важно отойти от униформистского понимания мира, чтобы понять механизм этих процессов. Когда небольшая группа организмов оказывается в изоляции (в изолированном районе леса, на другом берегу ручья, и т. д.), некоторые особи обнаруживают тенденцию к образованию новых видов. В пределах немногочисленной группы любая мутация распространяется быстрее, а успешная мутация выбивается в лидеры.

С момента публикации статьи Гулда и Элдриджа в 1972 году было проведено множество исследований как с реальными популяциями, так и с

математическими моделями. Результаты объясняли, почему эволюция может казаться одновременно быстрой и медленной: она *действительно* и быстрая, и медленная. Большие популяции имеют тенденцию к сохранению своего состояния с генетической точки зрения. Как говорят палеонтологи, большие популяции склонны к застою. Небольшие же, наоборот, могут быстро превращаться в новые виды. Теперь, когда вы прочли такое объяснение, я надеюсь, вы ответите что-то вроде: «Ну да, это же очевидно…» Сегодня, в начале XXI века то же самое можно выразить всего лишь одним слогом, произнесенным с тенью сарказма «Н-да…». Судя по всему, это произошло от «Ну, да…» Но тем не менее не забывайте, что многим людям, жившим сто или около того лет назад, это совершенно не казалось очевидным.

Все это имеет огромное значение в контексте всех предыдущих переломов в эволюционном мышлении и в контексте псевдонаучных идей о естественной истории Земли, внушаемых креационистами молодому поколению. Прерывистое равновесие объясняет нехватку очень многих переходных форм в собраниях окаменелостей, хранящихся в научных институтах по всему миру. Представьте себе цепочку островов (Галапагосы), которые образуют архипелаг у западного побережья Тихого океана, – там, где сейчас находится Эквадор. Любая сильная буря может буквально смыть с материка некоторых животных и забросить их на эти острова (позже я расскажу еще кое-что на эту тему). Эти острова расположены достаточно близко к материку для того, чтобы большая волна или ветер могли перенести сюда организмы, но они слишком далеко для того, чтобы эти животные и их потомки имели возможность встречаться со своими континентальными родственниками уже после того, как они очутились на острове. Их популяции становятся изолированными. Эволюционные биологи часто используют термин «аллопатрические», от греческого словосочетания, означающего «другое отечество» или «другая родина».

По сравнению с материковыми птицами островные вьюрки образуют довольно немногочисленное племя, точнее, стаю. Если одному из них посчастливится вылупиться с клювом, который будет чуть более удобным при раскалывании орехов, чем клюв соседа, то это даст везунчику шанс на более сытую и привольную жизнь. Очень важно здесь то, что гены, отвечающие за появление более удобного клюва, в этой популяции в процентном соотношении будут составлять большую часть генофонда, чем если бы они встретились в многочисленной материковой популяции. Соответственно, гены потомков счастливчика, обладающих

модифицированными клювами, также составят большую часть генофонда на этом острове. Как я уже сказал, это кажется очевидным, как только вы узнаете ответ. Наглядно мы можем пронаблюдать эти процессы на математических моделях. В них мы можем ускорить процесс эволюции посредством электронной компьютерной симуляции. Сразу же в глаза бросается эффект прерывистого равновесия. Это причина, почему мы просто не можем увидеть многие из переходных форм. Их, по сути, значительно меньше, а изменения происходят быстро. Очень немногие из этих промежуточных организмов сохранились до нашего времени, чтобы мы могли найти их, спустя миллионы лет после их исчезновения.

Если небольшая популяция получает хотя бы небольшое преимущество, то может получить и большее. Поскольку популяция, о которой мы ведем речь, оказывается изолированной, она может развить достаточно заметные отличия от своего родового племени или стаи, и в результате ее представители утратят способность успешного размножения с партнерами из прежней компании. Эти представители станут новым, отдельным видом. Если посмотреть на окаменелости особей, принадлежащих к довольно большой группе организмов, мы не сможем увидеть свидетельства промежуточных изменений, поскольку для такого количества представителей их было слишком мало. Осознав механизм формирования генетических островов и прерывистого равновесия, едва ли можно допустить, что все могло происходить иначе. Недостаток «недостающих звеньев» на самом деле является очередным доказательством эволюции. Это именно то, что мы ожидаем найти в природе. Будь палеонтологическая летопись идеальной – вот *это* была бы загадка!

Кстати, покуда я пишу здесь о несовершенстве палеонтологической летописи, имейте в виду, что это несовершенство с каждым часом становится все менее и менее несовершенным. Каждую неделю или около того палеонтологи открывают новое удивительное животное, обнаруживая его останки, заточенные в скалах. Недавно произошло открытие окаменелости двух с половиной метровой многоножки карбонового периода, то есть жившей около 300 млн лет назад. Окаменелость достаточно хорошо сохранилась, так что исследователи могут увидеть, что это животное было вегетарианцем – об этом свидетельствует его очень длинный кишечный тракт, а точнее, его отпечаток в фрагменте скалы. Я был в Государственном парке Эшфол в Небраске и видел семена, сохранившиеся в желудках двухтонных, давно вымерших северо-американских носорогов. Мы продолжаем искать новые окаменелости,

чтобы узнать больше о нашем прошлом, но у нас уже есть достаточное количество информации – и мы работаем с ней.

До этого момента я в основном говорил об изменениях (ну ведь это самое интересное…), однако застой – это также одна из важнейших характеристик эволюции. Популяции в экосистемах, как правило, стремятся оставаться в равновесии. Действительно, почему бы и нет? Если они остаются в одной местности и получают то же самое количество солнечного света и продовольственных ресурсов в течение многих лет, то их представители рождаются и умирают, но при этом общая картина остается примерно одинаковой. Время от времени можно услышать термин «живое ископаемое». Даже я использую это словосочетание. Несмотря на то что значение этого выражения мне нравится, само оно по сути совершенно бессмысленно. Ископаемое – это то, что откопали. Если организм жив, стало быть, он не может быть мертв и закопан… Тем не менее такое выражение является употребительным и, скорее всего, обозначает организмы, в течение долгого, долгого геологического или эволюционного времени остававшиеся неизменными.

Вы наверняка видели, а может быть, у вас даже есть раковина моллюска наутилус. Эти замечательные морские существа по мере своего роста выстраивают все новые камеры своей раковины, которые в результате образуют логарифмическую спираль. У них есть то, что мы могли бы назвать камерой обскура для глаза. И это было у них последние 500 млн лет. Животные, живущие сегодня, не могут быть ископаемыми. Но ведь они точно такие же, как и их предки, которые вымерли. Возможно, вы видели изображения целаканта. Эта рыба считалась вымершей. У исследователей были только ее окаменелые останки, пока в 1939 году у южного побережья Африки не была обнаружена популяция, живущая так, как жили их предки в течение последних 65 млн лет. Кстати, наутилус и целакант находятся под угрозой исчезновения – и все из-за человека. Мы убиваем их ради ракушек и нашего любопытства. Мы действительно рискуем в ближайшее время превратить этих живых животных в мертвые ископаемые, а это весьма удручающее и безнадежное состояние.

Для таких существ, как наутилус и целакант, жизнь без изменений, происходящих от поколения к поколению, служит свидетельством неизменности условий существования, которое сохраняется на протяжении длительного времени. Эти животные продолжают накапливать мутации в генах, но стабильность окружающей среды не дает преимущества этим изменениям. И совсем не случайно эти животные обитают в океане. Именно в океане шансы на статичность окружающей среды гораздо выше;

по крайней мере, так и было до того, как появились люди. Вы наверняка не раз использовали выражение «экологический баланс», или «равновесие в природе». Но когда речь идет о крупных изменениях – скажем, по соседству произошло извержение вулкана или огромная буря снесла вас в море, и вам повезло очутиться на необитаемом острове, – популяции становятся изолированными. Вот тогда все происходит быстро.

Я жил на северо-западном побережье Тихого океана довольно долго. Я до сих пор частенько туда приезжаю. Один только запах вызывает во мне прилив воодушевления, не говоря уже об альпийских просторах и плодородных бухтах и заливах. Так вот в какой-то момент в отношении одной птицы, не представлявшей особой экономической и какой-либо иной ценности для людей, намеревавшихся спилить старинные деревья и пустить их на пиломатериалы, велись ожесточенные споры. Предки этих птиц долгое время жили в хвойных лесах и питались полевками и мышами. Затем появились люди и начали как оголтелые рубить деревья. Людям нужна была древесина для постройки домов и разных сооружений. Старый строевой лес – это лучшие пиломатериалы из всех возможных. Бревна получаются гладкие, мелкозернистые, с небольшими выщерблинами. Они великолепны с эстетической стороны и идеально подходят для строительства крепких домов – достаточно плотные, чтобы противостоять сильным ветрам и в то же время вполне эластичны, чтобы сохранить конструкцию во время мощных землетрясений.

Итак, если вы одна из пятнистых сов, *Strixoccidentaliscaurina*, то для вас это плохая новость… Кое-кто хочет уничтожить ваш дом. Вам либо придется смириться с этим и продолжать размножаться, приспосабливаясь к новым условиям, либо вас ждет вымирание, которое действительно очень скоро постигнет северо-западную пятнистую сову. Мы меняем окружающую среду по всему миру. Мы меняем климат Земли. Мы провоцируем вымирания огромного числа видов. Вглядываясь в толщу веков, мы, конечно, можем предположить, что на освободившиеся места придут новые виды, но только появляться они будут в масштабах геологического времени. А мы – единственное животное, которое может предотвратить эти быстрые изменения.

Популяции живых организмов, как правило, стремятся сохранять равновесие, но экосистема и так работает с горящим табло «Внимание, опасность!»; на некоторых представителях и популяциях уже можно ставить точку. Это может очень быстро изменить привычное положение вещей. История эволюции – это история равновесий, прерываемых большими изменениями. Нам очень важно минимизировать эти «точки»,

сохранив «бессоюзное повествование» жизни, ради всех живых существ, которые пока не настолько эволюционировали, чтобы самим влиять на сохранность и здоровье мира – нашего и наших потомков.

17. Непредвиденные обстоятельства, бутылочное горлышко и основатели видов

Как появляются разные виды? Это фундаментальный вопрос. Когда Чарлз Дарвин формулировал свои идеи, никто даже понятия не имел о ДНК или генах. Ученый был в состоянии вывести принципы естественного отбора, но он был практически полностью ограничен внешними и внутренними формами жизни. Сегодня мы можем заглянуть в код жизни, скрытый внутри каждого живого существа. Мы можем понять механизм эволюции. Мы можем посмотреть на молекулярные записи, свидетельствующие о том, как зарождаются новые виды и как через какое-то время они разделяются. Революция в генном картировании породила революцию в эволюционной теории.

В 1973 году американо-украинский генетик Феодосий Добржанский составил убедительное эссе «Ничто в биологии не имеет смысла, не будучи рассмотренным в свете эволюции». Ему, как правило, приписывают начало дискуссии или интеллектуального диалога, который часто называют «новым синтезом» эволюции. Добржанский ввел биохимические подробности и роль технического описания гена: специфическую последовательность нуклеотидов (также известную как генетический код), которые составляют часть хромосомы. Описанный таким образом, ген представляет собой строительный чертеж, который в конечном счете определяет порядок аминокислот, необходимых для создания специфического белка. Достаточно понятно? На самом деле это фантастически сложно, и биологи до сих пор изучают подробности того, как это работает. Тем не менее эта молекулярная точка зрения абсолютно, полностью, всячески согласуется с наблюдениями и выводами, которые сделал Дарвин: ДНК направляет строительство последовательностей химических веществ; эти химические вещества влияют на конфигурацию всего организма; эта конфигурация влияет на то, насколько вероятно, что организм будет воспроизводить и продолжать распространять все больше копий кода.

Влияние Добржанского было настолько глубинным, что мы часто о нем забываем. Он связал явление мутации гена – природных ошибок, которые случаются при создании копий сложных или комплексных молекул – с счастливыми случайностями, которые, в терминологии Дарвина,

становятся привилегией некоторых потомков. Если мутация имела ценность для потомков, то она будет передаваться дальше и дальше.

До этого синтеза, способ, которым вид становился обособленным или появлялись новые виды, был не совсем ясен. Исследователи вполне резонно предполагали, что каждый представитель определенного вида имеет довольно много общих генов. Отличия одного представителя от другого они связывали с генами, пусть даже вариации в пределах одного рода были не особенно многочисленны. Согласно их рассуждениям, разный цвет волос у детей, рожденных от одних и тех же родителей, был обусловлен генетическим и в меньшей мере наследственным фактором. Благодаря «современному синтезу XX века» стало ясно, что каждый признак представителя вида заложен в его генах. В настоящее время мы принимаем эту идею как должное. Именно она дала ученым понимание того, что нужно, чтобы стать видом. Гены мутируют из поколения в поколение, и в результате мы получаем представителей, утративших способность спариваться с особями их изначального вида; так вид становится самостоятельным.

Наиболее важным следствием современного синтеза является то, что он позволяет ученым понять, как популяции разделяются на различные виды. Он определяет один из ключевых механизмов, работающих за кулисами разнообразия жизни. Давайте копнем поглубже и рассмотрим это на примере популяции жуков – их на свете более чем достаточно. На данный момент известно 350 тысяч видов, и наверняка осталось еще немало популяций, с которыми нам только предстоит познакомиться. Предположим, они живут в лесу. В какой-то момент в горах, у подножия которых находится наш лес, в результате обильного снегопада осадков выпадает больше, чем обычно, в предыдущие десятилетия. Снег тает, и вниз устремляются более мощные потоки воды, прокладывая русло новой реки прямо через долину – естественную среду обитания жуков. Жуки, обитающие в лесной почве у подножия деревьев, оказываются разделенными на две группы левобережных и правобережных жителей. Они больше не могут общаться, не могут заниматься совместными делами, в том числе откладыванием яиц.

Продолжая несовершенное копирование генов в обеих популяциях, передавая их из поколения в поколение, в конечном итоге левобережные и правобережные жуки получают совершенно отличный друг от друга набор генов и больше не могут иметь общее потомство. Две популяции в нашем упрощенном, но вполне закономерном примере превратились в разные виды. Меж тем в силу вступают и другие природные селективные факторы.

Левобережники живут на том берегу реки, где роковой снегопад затопил почву и тем самым погубил обширную полосу деревьев – в результате затопления корни деревьев лишились доступа кислорода. Некоторым особям из популяции левобережников может посчастливиться иметь чуть отличающиеся челюсти или мандибулы, которые будут позволять им немного лучше пережевывать сухую древесину погибших деревьев. Они будут питаться лучше. Их яйца будут выдерживаться в лучших условиях – более приспособленные мандибулы также позволят жукам выгрызать в древесине более удобные «колыбельки», сохраняющие подходящую для яиц температуру лучше, чем у их сородичей. Так, на свет будет появляться все больше левобережников с более приспособленными мандибулами и способностью выгрызания колыбелек. Тем временем правобережники живут точно так же, как жили до наводнения. Их среда почти не изменилась, но тем не менее лево- и правобережные популяции расходятся.

Есть и другие последствия таких событий, разворачивающихся в отношении изолированных популяций организмов. В нашем примере с жуками и катастрофическим наводнением особи обеих популяций, скорее всего, не сохранят свои размеры. По моим подсчетам, левобережная популяция жуков должна значительно уменьшиться в размерах. Территория их обитания будет затоплена тающим снегом. Правобережные жуки находятся на внутренней стороне излучины реки, и очень немногие из них утонули в том снежном потоке, что сформировал реку. Они практически сохранили численность своих представителей. Что же касается насекомых, обитающих вокруг, то их количество могло увеличиться в разы. Если вы когда-нибудь были в Миннесоте в июле, то эти мухи… ну, короче, они бесчисленны и очень злобны. Будь их всего 10 млн и жизнь миннесотского байдарочника уже стала бы куда менее хлопотной (причем в буквальном смысле). Так вот предположим, что у нас есть 10 млн жуков на правом берегу, которые обладают теми же генами, что и до наводнения.

На левом берегу у нас только 10 тысяч жуков, которые выстояли в воображаемом стихийном бедствии. Жуки и сами по себе размножаются как сумасшедшие, а те, у кого челюсти лучше подходят для жевания сухой древесины, будут справляться с этим особенно хорошо. В довершение всего хищники, которые питаются жуками и другими насекомыми, например богомолами или крохотными птичками наподобие крапивниц, конечно, не обрадовались романтическому изменению пейзажа. Они больше не могут находить жуков в загроможденной местности, заваленной погибшими деревьями, и это в результате приводит к тому, что жуки на левом берегу станут размножаться более успешно. Предположим, что в

рамках этого мысленного эксперимента популяции в конечном итоге стабилизируются, отношения хищника и жертвы урегулируются, зафиксировав определенную численность с каждой стороны. И даже если левобережная популяция достигнет того же размера, что и популяция на правом берегу, их гены на левом берегу будут иметь гораздо более скудное разнообразие, потому что все они – потомки гораздо менее крупной популяции. Это явление называется эффектом генетического бутылочного горлышка – предки жуков прошли через «сужение» их генофонда, что аналогично прохождению узкого горлышка бутылки.

Есть кое-что замечательное в отношении бутылочного горлышка. Мы можем измерить гены в разных популяциях и с большой долей вероятности сделать заключение о том, кто в растительном мире и в мире животных для кого является предком. На основании этого заключения мы можем делать выводы о естественной истории целых континентов и экосистем. Итак, с помощью инструментов современного секвенирования, или генного упорядочивания (в том числе некоторых удивительных химических реагентов и исключительных аппаратов), мы можем исследовать ДНК из крови различных жуков и определить, какие популяции имеют большее генетическое разнообразие. Популяция, пережившая наводнение, могла бы иметь меньшее разнообразие, чем популяция, которая не так сильно пострадала в стихийном бедствии. Это то, чего можно было ожидать. И главное, примерные механизмы этого процесса были понятны еще до того, как стало известно о ДНК и генном секвенировании.

Наглядный, а главное, реальный пример эффекта бутылочного горлышка можно наблюдать на Галапагосских островах. Молодой Дарвин во время своего путешествия обратил внимание, что птицы на острове, в частности вьюрки, были очень похожи. Тем не менее они также имели небольшие, но характерные различия в клювах. И Дарвин сумел сделать выводы из увиденного.

Допустим, что вы – счастливый вьюрок, летающий по просторам материковой части, где теперь расположен Эквадор; и вдруг начинается чудовищная буря, циклон, накрывающий несколько сотен километров. Пока вы и еще несколько членов вашей стаи лениво чирикаете, обсуждая сорта орехов, вас подхватывает сильный ветер и выносит в океан. Вам приходиться усиленно работать своими крылышками, чтобы спастись. Многие ваши товарищи довольно быстро выбиваются из сил и исчезают в пучине океана. Но вы и еще несколько счастливчиков в конечном итоге оказываетесь на острове. Здесь много орехов – видимо, много лет назад некоторые семена были заброшены сюда ветром во время подобной бури.

Орехи вполне съедобны. Вас и нескольких ваших друзей нередко дразнили на материке из-за вашего крючковатого клюва. Зато здесь он отлично пригодился – им очень удобно раскрывать скорлупки орехов. Вы организуете новое сообщество и размножаетесь в течение многих лет. Поколения ваших потомков летают над скалами и деревьями, болтают об орехах и судачат о соседских вьюрках.

Затем еще одна огромная буря проходит через этот остров. Мощные бури – довольно частое явление в этой части света. Несмотря на опыт своих предков или, возможно, как раз благодаря ему, эти пра-пра-пра-(много раз пра-) правнуки птиц также уносятся ветром в океан, многие из них и в этот раз тонут, но некоторые все же приземляются на соседнем острове, расположенном чуть западнее. Новая популяция выходит на новый старт, и т. д. С каждым последующим сильным штормом и высадкой на все новом острове вьюрки создают в архипелаге Галапагос популяцию или сообщество, которое растет и размножается из одного набора генов, а, значит, по своей сути имеет все меньшее и меньшее разнообразие.

Дарвин появился на научной арене задолго до того, как стало известно о генетическом разнообразии. С того времени очень многие исследователи дополнили его теорию, предложив множество новых идей. Генетический набор популяций вьюрков ожидаем в случае их переноса в этой части Тихого океана. Например, в Галапагосском регионе есть игуаны, которые напоминают тех, что живут на материке, но при этом они другие. Во-первых, они могут плавать. Игуаны, живущие в джунглях, этого не умеют. Иногда бури бывают достаточно мощными для того, чтобы забросить на острова и более крупных животных, но в данном случае игуаны прибыли другим путем. Вдоль побережья, заросшего густыми лесами, нередко дрейфует множество бревен или поваленных деревьев. Если вы ящерица, ползающая по деревьям, то что вам остается делать, если ваше дерево очутилось в море? Держаться покрепче. В конечном итоге, если вы окажетесь на острове, вы изо всех сил начнете делать то, что необходимо для жизни – а значит, вплотную займетесь вопросом размножения с другой приплывшей на дереве игуаной. Мы можем исследовать их гены и сравнить с генами игуан, оставшихся на материке, чтобы получить результат, предсказанный эволюционной теорией: уменьшение разнообразия с востока на запад вдоль всего архипелага.

Этот вид новых популяций, закрепляющихся и осваивающих определенную местность, доселе им незнакомую, мы называем «основателями». Они создают новые сообщества так же, как люди-основатели учреждают компании или ведомства. Только эти основатели из

животного мира боролись за свою жизнь и, в частности, за жизни своих потомков.

В общем, основатели появляются из генетического бутылочного горлышка и сами же его создают. Ведь численность основателей, начинающих новую жизнь в незнакомой им местности, будет меньше, а следовательно, и генное разнообразие в этой небольшой популяции также будет меньше, чем можно увидеть у исконных племен или общин, из которых они появились. Популярный пример такого явления – поселенцы в Южной Африке. Приплыв из Голландии, они, видимо, завезли с собой ген, который делает человека восприимчивым к болезни Хантингтона – дегенеративного заболевания головного мозга. Люди, страдающие этим заболеванием, часто совершают резкие движения, особенно лицом и плечами и к тому же имеют определенную форму слабоумия. На мысе Доброй Надежды в Южноафриканском регионе людей с таким заболеванием гораздо больше, чем среди всего остального мирового населения. Города Кейптаун и Йоханнесбург были основаны сравнительно небольшой группой голландцев, в которой кто-то нес в себе этот неприятный ген. Когда на юге Южной Африки образовывалось местное сообщество, гены этой африканской популяции прошли через бутылочное горлышко. Еще один знаменитый пример – это превалирование гемофилии в кровных представителях британской королевской семьи.

Феномен бутылочного горлышка и основателей привели ученых к размышлениям о роли случайности в эволюции. Ученые давно спорят о важности смены условий обитания для биологического и особенно генетического разнообразия. Я бы мог сформулировать проблему следующим образом: Необходимы ли крупные или незначительные катастрофы, и в том числе опустошительные массовые вымирания, для того, чтобы создать новые виды? Примером подобной взаимосвязи являются жуки из нашего эксперимента. Это увлекательный вопрос, ибо он возвращает нас к более глубокому: откуда мы все взялись? Взгляните иначе: где бы мы были, если бы не тот хаос на Земле в свое время?

Теперь, когда геологи узнали, что конкретно они ищут, и сконструировали специальное оборудование для своих поисков, они открывают десятки метеоритных кратеров по всей земле. Ставший роковым для динозавров камень, который 66 млн лет назад упал в районе современной Мексики, едва ли был единственным. Представьте, что вы жук из нашей истории, и вдруг где-то поблизости, поджигая все вокруг, падает гигантский, добела раскаленный камень – ясное дело, что дело плохо, ведь вы и все ваши товарищи могут мгновенно превратиться в

чипсы! Хотя, не исключено, что вам повезет и вы сможете пройти по краю пропасти. Вы и несколько ваших товарищей выживут, и впоследствии перед вами откроется совершенно новый пейзаж с очень немногими выжившими живыми существами вокруг. Кроме того, в течение какого-то времени, возможно десятилетий, у вас будет очень мало конкурентов. Даже если вы не будете исследовать окружающую местность, а просто начнете пожирать побеги молодых растений, всходящих на новой, обогащенной питательными веществами почве, то, возможно, яйца, которые вы умудритесь отложить, смогут выжить уже в первый сезон, и ваше потомство будет резвиться в обновленном ландшафте в течение многих лет. Огромная успешная популяция укоренится, хотя генное разнообразие в ней будет гораздо меньше – по крайней мере, ваши гены там будут.

Насколько мы можем судить, падение астероидов – это не единственная катастрофическая проблема, с которой сталкивается жизнь. Огромные потоки базальтовых вулканических извержений, подобные тем, что некогда изливались в Сибири и Индии, отравляли атмосферу земного шара пылью и вредными газами, по крайней мере, 15 раз за известный нам период геологической истории Земли. Глобальные похолодания, возможно, привели к периодам, когда вся планета была заключена в ледяной саркофаг. Движения материков неоднократно вызывали кардинальные изменения в климате, циркуляции в химическом составе океана. Были, вероятно, и другие тяжкие испытания, о которых мы даже пока не знаем. И были, конечно, значительно меньшие, но зато бесчисленные экологические кризисы (засухи, наводнения и т. д.), которые уничтожали целые популяции и создавали благоприятные условия для появления новых основателей.

Эволюционным биологам, таким как Добржанский и более современный влиятельный американский исследователь Стивен Джей Гулд, можно адресовать вопрос: сколько таких событий было необходимо, чтобы получить такое разнообразие, какое мы наблюдаем в мире сегодня? Сколько непредвиденных обстоятельств нужно живым существам, чтобы получить достаточно мутаций для всех нас, обитателей Земли?

Некоторые ученые-эволюционисты считают, что катастрофы не влияли на то, что все мы имеем четыре конечности и челюсти, поскольку это следствие конвергентной эволюции. Они утверждают, что жизнь на Земле выглядела бы примерно так же, как она выглядит сегодня, независимо от того, сколько счастливых совпадений произошло или миновало нашу планету. Некоторые из этих ученых говорят о том, что Земле были необходимы катастрофы для освобождения так называемых экологических ниш для новых видов ради биологического разнообразия. Они указывают

на массовые вымирания из палеонтологической летописи и заявляют, что без этих мировых «откатов» мы бы не увидели животных, растений и микробов, которых мы можем наблюдать сегодня. Вы можете перенести это утверждение из мирового масштаба в масштаб локальный и все равно получите то же самое. Без крупных изменений в окружающей среде или без регуляции численности видов посредством модели «хищник-добыча», у нас не было бы этого разнообразия.

Почему этот вопрос вызывает у некоторых весьма образованных и опытных биологов такое возбужденное волнение, мне не совсем понятно. Очевидно, что нам нужны и конвергенция, и случайности. Мы должны повиноваться законам физики, и мы должны пользоваться возможностями. Взглянув на виды, обитающие в Австралии или Новой Зеландии, вы поймете, что я имею в виду. В Австралии в природных экосистемах можно встретить похожих собак и кошек. Там есть и падальщики, которые бродят стаями, и ночные охотники, в одиночку рыщущие в поисках пищи.

Могли бы мы наблюдать сегодня австралийских собак и кошек, если бы Австралийский континент в свое время, скажем, в ледниковый период, когда снег и лед сковали воды морей, не был соединен сухопутным мостом с материком? Действительно ли каждой экосистеме необходимы эти групповые падальщики или одинокие охотники? Являются ли они естественным следствием существования многоклеточных животных, питающихся растениями, и того, что питает растения? Заполняются ли эти экологические ниши естественными формами жизни на Земле, или это просто случайные потомки потомков? И если некоторые из видов давным-давно канули в глубины геологической истории, то не появится ли у них аналогов сегодня?

Для меня очевидно, что оба этих фактора актуальны. Мы не можем сказать наверняка, какое количество ног – четыре, восемь или десять – стало бы наилучшим решением проблемы мобильности. Зато мы можем сказать, что все структуры, существующие на данный момент, занимаются решением одних и тех же физических и химических задач посредством тех инструментов, коими природа наделила их, то есть всех землян. Но я не вижу никаких доказательств того, что во всем этом принимала участие некая суперсила (или супергерой). Задумайтесь, ведь есть неопровержимые доказательства того, что ее нет, по крайней мере, в вопросе выбора победивших и проигравших особей.

Вы можете исследовать эту тему глубже и решить для себя, какой фактор кажется вам более значимым: конвергентные формы, такие как крылья и ноги, цветы и стебли? Или случайные события: наводнения,

астероиды, ледники и т. д.? Я не вижу никаких разумных гипотез, способных объяснить все происходящее в мире без упоминания как конвергенции, так и случайностей в природе. Ну а как иначе? Ведь если бы все было по-другому, то все было бы по-другому!

18. Комары в подземке

Проблема доказательств эволюции заключается в том, что их сложно *почувствовать*. Независимо от того, насколько четкими и ясными могут быть идеи, даже самые красивые окаменелости останутся всего лишь кусками окаменевших костей, а ДНК – это по-прежнему мешанина невидимого глазу молекулярного кода. Вот если бы можно было, например, увидеть, как на наших глазах в течение одной человеческой жизни появляется новый вид – чтобы ощутить эволюцию не только в качестве интеллектуального анализа, но и в качестве конкретного явления, которое сразу могло бы взлететь и укусить вас? Ну да. Вот почему я очень разволновался, когда обнаружил место, где это действительно происходит. Вы спросите про местонахождение этой удивительной эволюционной витрины? Лондонское метро, подземка, или, как ласково называют ее англичане, Труба.

В Лондоне, как и во многих других местах по всему миру, есть комары. В биологии мы говорим о них следующим образом: класс: насекомые, отряд: диптера (*Diptera*), семейство: комары (*Culicidae*) (кровососущие насекомые с двумя крыльями), род и вид: комар обыкновенный (*Culexpipiens*). В отличие от многих других крупных городов мира, во время Второй мировой войны, когда город подвергался фашистским бомбардировкам, лондонские станции метро использовались в качестве бомбоубежищ.

Чтобы ракеты было труднее перехватить и вообще, чтобы усилить деморализующий эффект всей нацистской кампании, ракетные удары часто происходили ночью. Жители Лондона бежали от обрушивающихся зданий и падающих кирпичей и укрывались в подполье, то есть в метро. Пока наверху падали бомбы, на подземных станциях метро хоронились тысячи людей. Лондонцы страдали от воздушных атак – не только свистящих и разрывающихся бомб, но и звенящих и жалящих комаров, которые последовали за людьми в подземные станции метро. Оттуда людям было некуда бежать, так что у комаров там был настоящий пир… в том числе и ночной. Комары, как правило, питаются ночью, особенно на закате, этим они, собственно там и занимались.

Планировка и структура станций метро такова, что между путями и шпалами постоянно образуются лужи. Комары откладывают яйца в воде… что, вероятно, может свидетельствовать об их водном происхождении.

Имея в распоряжении большое количество крови и отличные условия для выведения потомства (воспитание в их обязанности не входит), лондонские комары не испытывали необходимости в возвращении на поверхность земли и поисках новых жертв для своих кровожадных хоботков. Таким образом установилась новая популяция комаров, которая стала жить под землей, совершенно отдельно от своих «надземных» собратьев.

Изолированная популяция – это популяция, рождающая новые виды, и как раз это и произошло. Примерно 50 лет назад в лондонской подземке появился новый вид комаров: *Culexpipien* превратился в *Culexmolestus*. В приблизительном переводе с латинского – «комар звенящий», пробыв в генетической изоляции достаточно долгое время, стал новым видом – «комаром назойливым».

Были проведены эксперименты, в которых яйца одного из этих двух типов комаров смешивали со спермой другого. Как правило, размножения не получалось. Хотя были и исключения. Итак, мы собственными глазами могли увидеть возникновение нового вида. Назойливый подземный комар стал отдельным видом всего лишь в результате отделения от надземных сородичей. Когда они размножаются – то есть когда они смешивают гены и порождают еще больше назойливого потомства, – их гены копируются неидеально. Поэтому в конечном итоге гены подземных комаров, судя по всему, стали достаточно сильно отличаться от генов их совсем еще недавних предков, живущих наверху, для того чтобы у них могло получиться общее потомство. Наверху, комар «*звенящий*» питается птицами и человеческой кровью. Внизу, «*назойливые*» комары питаются исключительно нами. Конечно, мы можем предполагать, что в тоннелях метро комар случайно найдет и крысу. Но сейчас, я думаю, это неважно, давайте оставим их наедине друг с другом.

Несмотря на то что комары лондонского метро могут в одночасье или около того превратиться в отдельный вид, на данный момент – то есть на момент написания моей книги – они все еще не являются совершенно независимым видом – пока нет. Время от времени в лабораторных условиях некоторые подземные комары могут успешно спариваться с некоторыми надземными собратьями, несмотря на то что большая часть этих представителей не может успешно скрещиваться друг с другом. Вспоминая о масштабах глубоких времен, мы можем с уверенностью предположить, что через несколько десятилетий они станут совершенно отдельными видами. Они не смогут спариваться друг с другом ни в каких условиях, даже в лабораторных; их гены будут слишком разными. Эволюционные биологи видят в этом важный урок. Из-за мутаций популяции с течением

времени расходятся с генетической точки зрения, становясь отдельными видами. Мы можем сделать вывод, что если вернуться во времени достаточно далеко назад, можно найти общего предка для каждого живого существа на Земле. Это и стало одним из величайших открытий Дарвина. Это и есть небольшое, но очень ясное послание лондонских комаров.

Если посмотреть на эти две популяции комаров, можно увидеть, как происходит расхождение видов. Нужно понимать, что этот процесс происходил всегда, по крайней мере, с тех пор, как на Земле зародилась жизнь. Отдельные виды происходят от своих предков, от родителей, от организмов, которые были непосредственно перед ними, которые в свою очередь происходят от тех, что были перед ними, и т. д. на протяжении тысячелетий.

Оба вида комаров до сих пор имеют много общего – неудивительно, учитывая, как мало времени у них было, чтобы встать на свой собственный путь. Но знаете, что? Люди по-прежнему генетически очень-очень близки к своим собратьям – шимпанзе и человекообразным обезьянам. Мы достаточно разные, чтобы считаться отдельными видами; люди не спариваются с обезьянами (по крайней мере, я таких не знаю). Но антропологи обнаружили десятки окаменелых останков индивидов, которые отличались и от нас, и от шимпанзе. Они имели схожие с нами руки, бедра и черепа – все было как у нас, но не совсем. Был ли это совершенно отдельный вид? Мог бы кто-то из них иметь общих потомков с современным человеком, если бы они жили сейчас? Все это не праздные вопросы. Они находятся в центре внимания некоторых самых увлекательных эволюционных исследований, которые проводятся прямо сейчас.

Вы, наверное, немало наслышаны о неандертальском человеке, ну или почти человеке. Примерно 500 тысяч лет назад предки неандертальцев и современных людей разошлись в разные стороны. Это довольно трудно, делать выводы о древних людях на основе весьма скудных останков, зачастую лишь фрагментов костей и зубов. Когда я учился в школе, считалось, что неандертальцы в корне отличались от нашего человеческого вида. Имелось в виду, что мы и они были совершенно разными видами и никогда не смешивались друг с другом, и вообще не… хм… вступали в интимную связь. Теперь данные показывают, что наши предки и неандертальцы не только жили в одно и то же время, но, видимо, взаимодействовали друг с другом. Возможно, у них была налажена торговля, но и это еще не все. Революционный генетический труд шведского биолога Сванте Пээбо и его коллег подтверждает, что эти два

человекообразных вида определенно имели друг с другом половые контакты. Мы едва ли отличались друг от друга больше, чем два лондонских комара в лаборатории.

Так или иначе мы все прошли через это. Люди и неандертальцы взаимодействовали друг с другом не далее как 30 тысяч лет назад. Видимо, у нас достаточно общих генов, чтобы все получилось, и у нас появились общие дети. Мне на ум приходит легендарный хит 1962 года, записанный замечательной джазовой артисткой Джоанной Соммерс, «Джонни сердится» («Johnny Get Angry»), в котором она заявляет: «Хочу мужчину смелого / Отважного, пещерного…» (I want a brave man / I want a cave man). Поскольку в пещерах Европы были обнаружены экстраординарные артефакты, мы часто связываем древних людей с пещерами. На основе распространенных художественных изображений внешности неандертальцев можно заключить, что они были крупными и мощными мужчинами, и героиня песни определенно нашла бы такого героя весьма привлекательным. Несомненно, они такими и были, и для управления таким крупным телом неандертальцам был необходим более крупный мозг. Наш мозг не так велик, как мозг неандертальца, но и пропорции наших тел заметно меньше. Зато отношение нашего мозга к телу несколько больше, чем у неандертальцев.

Урок, который следует извлечь из истории наших предков, пещерных парней и девчат, а также из происхождения этого жужжащего проклятия из лондонской подземки, заключается в том, что выражение «отдельные виды» справедливо только в том случае, когда организмы некоторое время назад имели общего предка. Процесс эволюции создает генетический спектр, и мы прямо сейчас можем наблюдать его среди комаров в большом городе, кишащем современными людьми. Все это наводит меня на мысли о большой коробке с карандашами, которая была у некоторых моих одноклассников в начальной школе. Там был «красно-оранжевый» цвет, был и «оранжево-красный». Если съездить на завод «Crayola Crayon» в Истоне, Пенсильвания, можно посмотреть, как смешиваются пигменты. Так вот чуть больше красного дает в результате красно-оранжевый, а если добавить больше оранжевого, получится трендовый цвет «манго-танго». Разница незначительна, но вполне заметна. В случае с видами разница начинается с незаметных отклонений – всего нескольких генетических мутаций. Но в очень долгосрочной перспективе «глубоких времен» эта разница становится поистине поразительной.

Примечательно, что эволюционный процесс, создающий новые виды, происходит за счет небольших случайных изменений в генах. Судьбу этих

изменений решает столкновение с окружающей средой. Мутация может быть случайной, но давление отбора будет смертельным. Новые виды появляются с поразительной скоростью, создавая обширную палитру видового разнообразия.

Появление новых представителей комариного вида произошло так быстро, что я не могу не поинтересоваться, было ли что-то, что могло способствовать формированию нового сообщества? Может быть, у этих подземных комаров лучше получалось находить людей, чем птиц, когда они еще жили на поверхности? Или им было просто легче найти себе новую жертву там, где они ходили толпами, не утомляя себя поисками? Каждый день их пища сама спускалась к ним по лестнице. Было ли это чисто генетическим расхождением, или они обладали каким-то дополнительным преимуществом? Ответом может быть комбинация этих факторов. Учитывая все известные факторы, следует заметить, что скорость изменений у этих насекомых оказалась просто необычайно высокой. Представьте, что могло бы случиться, если бы каждое живое существо могло бы порождать новый вид всего за сотню лет!

Учитывая, что новые виды в природе появляются довольно легко, неудивительно, что на Земле в данный момент насчитывается, по крайней мере, 16 млн видов, хотя по утверждениям многих биологов, их истинное число гораздо больше. До нас могло дойти 100 млн видов при том, что, например, тысячу раз столько же видов появлялось и исчезало вновь. Даже когда они вымирали, они порождали организмы, жившие в менее удаленном, но все еще достаточно далеком прошлом, которые в конечном счете привели к появлению нас и всех живых существ, которых мы видим и которых мы находим при раскопках сегодня.

Как и следует ожидать, биологи способны на следующий логический шаг. Они могут делать выводы о том, насколько давно произошло отделение вида (если мы его считаем отделившимся), даже не изучая соответствующие окаменелости. Один из самых эффективных способов реконструкции происхождения – это химический анализ генетического кода двух живых существ, наблюдение и измерение текущего уровня мутаций, а после – обратный генетический отсчет. Степень генетических расхождений позволит судить о времени, прошедшем с момента разделения двух видов. В некоторых случаях генетики могут позволить себе свериться с палеонтологами и поискать подтверждения в окаменелостях. В таком подходе неизбежен элемент предположения, так что ожидать точной датировки было бы глупо, но в целом время предполагаемого возраста отделившегося вида получается довольно близким к истине.

Это еще одно замечательное доказательство того, как работает эволюция. Два совершенно разных метода, два совершенно разных взгляда на жизнь дают одну и ту же историческую хронологию жизни. И каждое путешествие в прошлое только подтверждает мысль о том, что все мы – земляне – имеем ДНК и мы все произошли от одного общего предка – как и предполагал Дарвин.

В случае с комарами биологи определили генетическую разницу между видами *Culexpipiens* и *Culexmolestus*. Они замерили скорость происходивших в них изменений, и, разумеется, генетические часы совпали с промежутком времени, соответствующим периоду Второй мировой войны. В случае с нашим видом мы можем оценить ДНК живого человека и даже человека, жившего много веков назад. Есть, например компания под названием «23 and Me», которая предлагает услугу анализа ДНК и примерной реконструкции истории вашего личного происхождения. На основе подобного фундаментального подхода генетикам удалось вычислить гены, полученные от Чингисхана, а также проследить гены рака, которые появились на Ближнем Востоке тысячи лет назад, а затем распространились по всему миру вместе с еврейским населением, перемещавшимся по свету долгие годы. Мои ближайшие предки из Европы, но анализ моей ДНК говорит о том, что, по сути, я принадлежу народности банту.

Изучая ДНК наших предков, мы можем узнать кое-что о том, как продвигается эволюция человека в настоящее время. Есть и другие способы узнать о современном эволюционировании людей. Наши потомки наверняка будут ломать голову над тем, как мы могли упустить некоторые очевидные аспекты эволюции, те, которые помогли бы нашему обществу принимать исключительно правильные решения.

Возможно, одним из самых важных открытий стала констатация того факта, что с точки зрения генетики все люди одинаковы. Мы просто сами вышли из бутылочного горлышка. И в результате мы оказались так же похожи на неандертальцев, как подземный комар на наземного. Все люди, живущие на данный момент, связаны между собой сильнее, чем когда-либо. Возможно, это ощущение общего наследия поможет нам найти мотивацию для совместной работы и настоящих подвигов.

19. Конвергенция, аналогия и гомология

Люди любят выискивать шаблоны. Наверное, это заложено где-то в глубинах нашего мозга. Мы постоянно этим занимаемся. Мы говорим: «этот цветок похож на тот», или «это облако напоминает дракона». Квинтэссенцией такого мышления должна стать проверенная временем фраза «по вкусу как курица». Узнавание шаблонов, несомненно, способствовало нашему выживанию, помогая нам распознать хорошие продукты, опасных хищников, членов семьи и т. д. Однако, когда дело доходит до понимания эволюции, эта тенденция имеет достаточно необычные последствия. Она обманывает нас, заставляя видеть связь там, где ее нет, и не замечать того, что очевидно. С другой стороны, такая тенденция подспудно обнажает физические законы, которые имеют такое большое влияние на естественный отбор. Могу предположить, что вы даже не подозреваете о том, как много вы знаете об эволюции.

Склонность человека к выискиванию шаблонов привела ранних натуралистов к классификации организмов, производимой на основе их внешних признаков. Такая система стала началом познания ошеломительного разнообразия жизни. Необязательно было становиться специально обученным натуралистом, чтобы понимать, что, хотя пчелы летают, они принципиально отличаются от птиц. Вы наверняка не сомневаетесь в том, что птицы и летучие мыши имеют гораздо больше общего друг с другом, чем с пчелами. Еще шаг – и вы можете сказать, что пингвины более тесно связаны с воронами, чем они с раками, хотя и те, и другие плавают. Такая морфологическая классификация вдохновила шведского зоолога Карла Линнея на создание поименной классификации, которой биологи пользуются для распределения по категориям всех известных видов и по сей день.

Тем не менее совсем несложно представить себе иную систему классификации живых существ, основанную на их действиях и способностях, а не на внешности. Пчелы, птицы и летучие мыши могут летать. Их крылья выглядят совершенно по-разному, но каждый из них и связанных с ними групп животных, имеют аналогичные структуры, которые решают аналогичные проблемы. Им надо питаться, спариваться и размножаться. Все они сошлись на одинаковом или аналогичном решении проблемы полета. В биологии это называется конвергентной эволюцией, где крылья считаются аналогичной структурой. И все же, посмотрите

внимательно, и вы увидите, что по структуре эти крылья очень разные, да и появились они на совершенно разных этапах истории жизни на Земле.

Для понимания смысла эволюции необходимы оба способа анализа и классификации живых существ. Если физические структуры организмов различаются, но их функции аналогичны или даже идентичны, то, значит, эти виды имеют весьма отдаленную связь. Если структуры органов и костей почти одинаковы – значит, у них тесная связь, даже если их формы довольно разные. Генетический анализ – это еще один способ проверить степень родства между двумя видами, независимо от того, насколько похожими или разными они могут казаться.

Когда дело доходит до полета, каждое существо сталкивается с одними и теми же проблемами физики, теми же самыми уравнениями механики и энергии. Чтобы летать, нам нужно, чтобы воздух под нами двигался с достаточной силой для того, чтобы удерживать вес летящего объекта, будь то ястреб, оса, истребитель F-18 «Хорнет», летучая рыба или летучая мышь. Посмотрите на птицу – чем она больше, тем лучше. Ее крылья двигаются вниз и вверх. Если вы когда-либо учились плавать стилем баттерфляй, то это похожие движения. Вместо зачерпывания воды и отбрасывания ее назад, птицы захватывают воздух и отталкивают его вниз и назад. Это обеспечивает телу подъем и тягу. В физике все, что течет, считается жидкостью. Так что, как вода и кленовый сироп, воздух тоже может считаться жидкостью. В полете можно делать особый трюк, о котором мы можем знать сознательно или бессознательно.

Когда крыло или плоская поверхность движется сквозь жидкость, она может развивать подъемную силу, просто отклоняя потоки. Подъем происходит в тот момент, когда создается так называемый угол атаки. Поэтому, когда сокол находится в воздухе, он может создать подъемную силу, летя по ветру. Он может взмыть вверх, используя энергию ветра и угол атаки своих крыльев. Важным фактором для любого летательного объекта, будь он сотворен природой или человеком, является то, что он легковесен. Птицы сохраняют низкий вес благодаря полым костям и тому, что большая площадь их крыла покрывают перья. Перья, состоящие из примерно того же материала, что и наши ногти, обладают удивительной для своего веса силой, а растут они так, что смыкаются, образуя почти единую поверхность. С помощью мускулов, расположенных под точками крепления перьев, птицы могут так плотно сжимать их, что между ними практически не проходит воздух. Или птицы могут вывернуть свои перья наружу, словно лопасти пропеллера или вентилятора. Перья на кончиках крыла обеспечивают некоторое движение вперед, в то время как

внутренние перья обеспечивают подъем. Птицы могут управлять конфигурацией каждого пера с поразительной эффективностью.

Крылья пчел работают не так, по крайней мере, не совсем так. Вместо крыльев с перьями, каждое из которых может закручиваться, создавая разные углы, пчелы имеют четыре крылышка. Если посмотреть на них повнимательнее, можно различить по две пары с каждой стороны тела. Как только пчела поднимается в воздух, крылья с каждой стороны тела соединяются друг с другом с помощью крошечных крючков («hamuli» по-латински – «крючки»), формируя два единых крыла по обе стороны ее туловища (большинство пчел, которых мы наблюдаем – самки). Пчелиные крылья очень гибкие. С помощью мышц, которые занимают большую часть пространства грудной клетки пчелы, пчелы отбрасывают свои крылья вниз и назад, что напоминает движение крыльев птиц, только выглядит чуть более суматошно.

Фотографии, выполненные в высокоскоростном режиме, дали возможность увидеть, что пчелы поворачивают свои крылья в тот момент, когда возвращают их из положения сзади, а затем проводят крыльями вперед, чтобы начать следующее движение взмаха. Поначалу в такое трудно поверить. Попробуйте сами – вытяните руки перед собой. Поднимите ладони вперед и проведите руками дугу, отводя их так, будто отталкиваете воздух назад и вниз. Когда прямая рука оказывается позади вас, поднимите ее вверх, продолжая начатую окружность так, чтобы тыльная сторона смотрела в пол, а ладонь была обращена наверх. Верните руку в ее вывернутом положении в исходную позицию. У нас так не получится. А вот пчелы делают то же самое со скоростью 230 раз, и не в минуту, а в секунду. Это поразительно. Пчелы создают подъем или восходящий импульс как при движении крыльев вниз, так и при их поднятии в исходное положение. С ума сойти! Они создают тягу, когда машут крыльями и вверх, и вниз, и вверх, и вниз, а все потому, что их крылья помещены в углубления, которые позволяют им крутить крыльями таким, по человеческим меркам, нестандартным образом. Неудивительно, что в «Хотите верьте, хотите нет» Рипли говорилось о том, что пчелы бросают вызов законам аэродинамики (первый абзац этой книги). В 1960-х годах полеты пчелы еще не изучались.

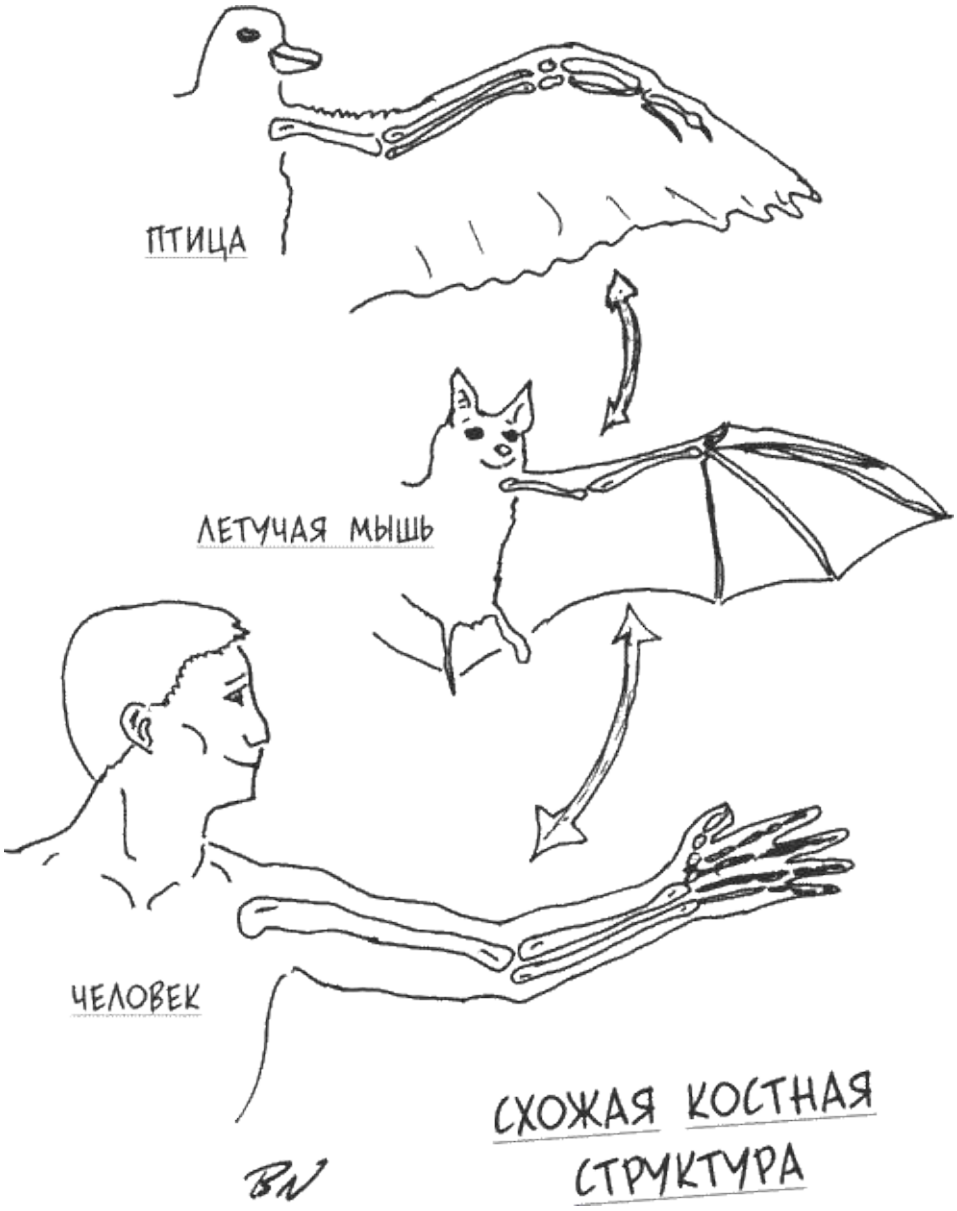
Летучие мыши немного напоминают и птиц, и пчел, а все из-за строения своих крыльев. Как и птицы, летучие мыши не могут выворачивать свои крылья наизнанку. Как и у пчел, крыло летучей мыши представляет собой единую, хотя и гибкую, мембрану. У крыльев летучих мышей, птиц, пчел есть общее качество – поверхность крыла, которую они

обращают к потоку воздуха, изогнутая и гибкая. Птицы добиваются этого тем, что каждое перо в их крыльях может двигаться практически независимо друг от друга. Крылья пчел – это гибкие мембраны, натянутые между заполненных жидкостью вен. Крылья летучей мыши представляют собой кожу, растянутую на костяном остове. Все эти конструкции зачерпывают воздух и, двигаясь, отбрасывают его назад и вниз. В эволюционной биологии мы говорим, что эти крылья аналогичны. Теперь слово *аналогично* стало достаточно обыденным, но здесь, в этой дисциплине, оно используется особым образом, для описания определенного типа отношений. Пчелы, птицы, летучие мыши используют гибкие крылья, чтобы летать. Но все эти крылья в ходе эволюции развивались различными путями. Все они используют одни и те же принципы физики, но имеют очень разные конфигурации.

Загляните внутрь крыла летучей мыши и вы увидите, что оно совсем не похоже на крыло мухи. На что оно похоже, так это на это строение ваших рук. У вас есть плечевая, лучевая, локтевая кости, пять кистевых, пять пястных костей и пятнадцать фаланг. То же самое и у летучих мышей. И представьте себе – так же и у птиц. Это было одним из самых важных наблюдений и озарений Дарвина. Все эти кости находятся на одном и том же месте – что в руке, что в крыльях. Просто каждая из них как будто была немного вытянута или подогнана под другие кости для формирования единой структуры руки или крыла. В эволюционной биологии мы называем такие структуры и конфигурации гомологичными. Они имеют одинаковую форму, но недостаточно одинаковы с функциональной точки зрения. Мы с вами не можем летать. А летучие мыши не могут играть на пианино. Птицы могут петь, но они не могут держать куриную ножку. (Ой, простите…) Я нарисовал эскиз; он на следующей странице.

Этот аспект – гомология – является одним из неоспоримых доказательств процесса эволюции. Лишь взглянув на свои кости, можно сказать, что мы *просто обязаны* иметь что-то общее с летучими мышами и птицами и даже птерозаврами – летающими рептилиями, которые жили одновременно с динозаврами. Конфигурация их костей очень сильно напоминает нашу. Это было нереальное количество времени назад: большее содержание кислорода в атмосфере ускоряло метаболизм, и крылья птерозавров были в три раза больше, чем у самых больших нынешних птиц. Они напоминали летающих драконов, и тем не менее в чем-то они схожи с нами. Мы же и на пчел похожи, хоть и совсем немного. У нас обоих есть центральная нервная система. У нас обоих есть рот и анус. И у каждого из нас есть сердце. Но с другой стороны, мы также и

различаемся. Шесть ног, крылья – простите, госпожа Пчела, это не мой стиль. Пальцы на руках и ногах – конечно, мистер Летучая мышь. Пчелы аналогичны летучим мышам. Летучие мыши аналогичны и гомологичны птицам и нам. Это безумие. Это эволюция.



И аналогия, и гомология удивительны и представляют собой ключ к пониманию того, откуда все мы пришли. Рассмотрим рыб и дельфинов. Рыбы дышат кислородом, растворенным в воде. Газы могут содержаться в жидкостях, словно пузырьки в пиве – внизу они сохраняются «в растворе», а наверху эти пузырьки лопаются. Рыба селится в воде любой температуры.

Она разгоняет свой метаболизм до той скорости, до которой ей позволяет температура воды вокруг. Морские млекопитающие, например, дельфин, являются теплокровными; у них есть системы, которые отвечают за то, чтобы постоянно поддерживать температуру тела – прямо как и у нас. Конечно, они используют для этого калории, ведь их пища усваивается более эффективно, поскольку пищеварительные химические реакции проходят в теплом месте. Мы называем таких животных эндотермами («температура изнутри»), и мы тоже относимся к ним.

Но присмотритесь повнимательнее – и экзотермы и эндотермы, неважно жабры у них или легкие, имеют примерно одинаковую форму. Она нужна им, чтобы максимально эффективно скользить в воде. Вы можете заметить, что рыбьи хвостовые плавники расположены вертикально, в то время как китовый хвостовой плавник расположен горизонтально. Можно подумать, будто они совершенно разные. Ну функционально, не такие уж разные. Сравните с камбалой. Она вылупляется из икринок и сразу может плавать с помощью своего хвоста или хвостового плавника, ориентированного вертикально. Но когда у камбалы наступает период созревания, она переворачивается и проводит оставшуюся жизнь лежа на дне океана. Ее хвостовой плавник вместе со всем ее телом становится горизонтальным. Камбала может плавать, и при этом ее хвост не будет волочиться по дну. В то же время мы знаем, что прародители китов покинули землю и стали жить на мелководье, где горизонтальные плавники стали наиболее разумным решением – с ними удобнее плавать, ведь по дну ничего не волочится. Позже, когда их потомки приспособились к охоте в открытом океане, перекручивать хвост обратно не было никакой необходимости. Горизонтальный хвостовой плавник кита вполне справлялся со своей задачей и так.

Много раз, занимаясь подводным плаванием или дайвингом, я экспериментировал с ластами, складывая их во время плавания наподобие китового хвоста. В этот момент можно ощутить, что при погружении движешься немного быстрее, но при выныривании ты уже не так эффективен. У китов и морских свинок, судя по всему, такой проблемы нет. Они не шлепают ногами так, как это делаю я; они извиваются всем своим телом. Так как мой позвоночник по отношению к длине моего тела намного короче, чем у кита и его родственников, я не могу плавать с такой же эффективностью. Но я не унываю. Даже если наши кости совершенно гомологичны, я уверен, что легко мог бы победить касатку в утренней пробежке. Правда, если бы вдоль моего километрового трека проходил километровый бассейн, то касатка сделала бы меня одной левой ластой.

Мы можем и дальше развивать эту мысль… и даже в обратном направлении. Исследуя формы вымерших морских рептилий, таких как ихтиозавры («рыба-ящерица», примерный современник динозавров), или еще более древних рыб, таких как *Entelognathus* («полночелюстная рыба», жила около 400 млн лет назад), мы наблюдаем те же обтекаемые гидродинамические формы, которые можно увидеть у современных акул, тунца и касаток. Чтобы плавать в море, у вас все должно быть гладким. Кстати, плавание в море отличается от космического плавания. Носовая часть корпуса ракеты, как правило, имеет утолщение, а далее сам корпус сужается по мере приближения к хвосту или оперению. Такая обтекаемость формы необходима для плавания и полета, даже если вы двигаетесь гораздо медленнее ракеты. Поэтому крылья птиц и самолетов, а также плавники рыбы тоже имеют утолщение впереди и затем сужение до самого своего конца.

Летучая рыба способна выпрыгивать из воды и летать по воздуху, таким образом, спасаясь от хищников. Представьте, что вы тунец или макрель и вы питаетесь рыбой. Это дело ваше, конечно. Плавая туда-сюда, вы обнаруживаете рыбу, которая отлично подойдет для вашего обеда. Вы подплываете на высокой скорости и, распахнув челюсти, стремительно атакуете. И вдруг ваша добыча делает пару движений своими плавниками, взмывает вверх и исчезает. Можете представить, как обидно тунцу? Есть свидетельства того, что летучие рыбы могли делать прыжки длиной до 400 метров. Представьте, что вы макрель, а еще лучше – рыбак в лодке, который вдруг видит, как рыба, которую он пытается поймать, отпрыгивает на расстояние даже не одного, а чуть ли не четырех футбольных полей всего за несколько секунд – ну как тут не лишиться дара речи?.. Летучие рыбы встречаются в тропических широтах по всему миру. Их плавники имеют форму, которая позволяет им создавать импульс подъема в обеих субстанциях: в морской воде и в воздухе. Они могут скользить по морю и создают достаточную тягу, чтобы парить по воздуху. Их плавники являются аналогами крыльев птиц и гомологичны плавникам хищников, от которых они улетают.

Аналоговые структуры в живых организмах развиваются тогда, когда разные организмы от поколения к поколению прокладывают свой путь в окружающей среде. Эта тенденция работает как в отношении растений, так и с животными. Листья деревьев и листья морских растений (морские водоросли) служат тому примером: схожие формы, развившиеся независимо друг от друга. Это универсальный аспект адаптивного императива эволюции: приспособься или умри.

Пытаясь понять процессы, которые позволяют, а по сути, заставляют структуры постепенно изменяться, давая возможность новому поколению вписываться в окружающую среду чуть лучше прежнего, можно опять столкнуться с проблемой инженера, пытающегося превратить в велосипед магазинную тележку. Каждая из этих конструкций имеет два колеса. У каждой из них есть место для захвата. Если вы мастер, ориентирующийся на правила эволюции, вам придется придумать гомологичные структуры, переходя от одной конструкции к следующей. Колеса придется переставить, заменив их параллельное расположение линейным. И на каждом промежуточном этапе конструкция должна достаточно хорошо функционировать, чтобы иметь возможность перейти в следующее поколение. Эта система прослеживается и в палеонтологической летописи.

Жизнь во всех своих формах вынуждена бороться с жесткими и непреклонными законами классической физики – законами энергии и движения. Конечно, все организмы в нашем мире – это результат тонких и удивительных химических реакций, которые в конечном счете являются следствием квантовой механики и взаимодействия частиц еще меньших, чем атомы. Тем не менее плавание, полет, укоренение в почве, дрейф в море, и т. д. – все эти классические физические явления во всех отношениях не менее удивительны и поразительны, чем дивные современные открытия, такие как бозон Хиггса или ускоряющееся расширение Вселенной. Законов классической физики достаточно для движения конвергентной эволюции и создания аналогичных и гомологичных структур, о которых я говорил.

Эволюция, особенно конвергентная, кажется мне невероятно убедительной еще и потому, что она, несомненно, представляет собой один из фундаментальных законов природы, таких как гравитация, электромагнетизм и теплообмен, формирующих наш мир. И все же в ней есть нечто более индивидуальное, чем в других законах, ибо ее прямым следствием являемся мы. Пусть мы все еще многого не знаем, но одно мы понимаем точно: природа постигает себя изнутри.

20. Какой прок от полукрыла?

Довольно часто среди скептиков, критикующих дарвиновскую эволюцию, обсуждается вопрос того, что устройство живых организмов настолько оптимально отвечает своим задачам, что просто не может быть продуктом, созданным в результате слепого природного процесса. Я постоянно слышу об этом. Например, о том, что создание изысканного механизма крыльев птиц и пчел под силу лишь искусному творцу. Такие рассуждения основаны на ошибочных представлениях о том, что любая биологическая структура может быть функциональной только в своем нынешнем состоянии. Если крыло ястреба – совершенство, то, значит, оно не могло быть результатом эволюции и проходить определенные этапы развития; в противном случае, история была бы завалена бракованными и неполноценными версиями современного ястреба. Часто креационисты скептически формулируют это так: какой прок от полукрыла?

Как и многие другие популярные опровержения теории эволюции, данная позиция не лишена смысла, но лишь до поры, пока вы действительно не разберетесь в том, как устроен мир природы. Я с удовольствием отвечу на вопрос о том, какая польза от половины крыла или половины глаза, или половины сердца. Теперь, когда мы поговорили о «пригодной» структуре, конвергентной эволюции и полезных адаптациях, мы готовы рассмотреть и этот вопрос. Пожалуйста, обратите внимание на экспонат А., а именно – *археоптерикс*, удивительное ископаемое животное, которое одновременно похоже на птицу и на ползающую рептилию. Первый экземпляр был открыт в 1860 году, лишь через полтора года после того, как Дарвин опубликовал свой труд «О происхождении видов».

Самое поразительное в археоптериксе то, что он (или она) имеет перья. Окаменелость так великолепно сохранилась, что мы можем ясно видеть их очертания. Что это животное с ними делало? Ну, следуя аргументу о половине крыла, перья нужны были для того, чтобы археоптерикс мог летать. Конечно, когда исследователи внимательно посмотрели на отпечаток перьев археоптерикса, они увидели те же самые птерилии – выпуклости, из которых растут перья и которые можно встретить у современных птиц.

Научная гипотеза должна не только давать объяснения найденным доказательствам, но и делать прогнозы относительно того, что пока не обнаружено. Увидев, что археоптерикс имел перья, эволюционные биологи

предсказали существование и других промежуточных форм между птицей и рептилией, которые, в свою очередь, должны были иметь переходные формы крыльев и перьев. За последние два десятилетия произошло нечто экстраординарное: люди, проводившие раскопки в ранее неизученных областях Китая, обнаружили останки пернатых динозавров. Не просто одного или двух динозавров, а множества различных видов. Кроме того, в настоящее время установлено, что множество других известных динозавров также имели перья. Возможно, у всех у них были перья; просто они не сохранились достаточно хорошо для того, чтобы мы это увидели. Это касается даже обитавших на суше хищников, таких как велоцираптор – звезда фильма «Парк юрского периода». (Что это вы говорите? Вы не помните, чтобы в фильме он был в перьях? Это все потому, что фильм был снят до того, как палеонтологи обнаружили эти «пернатые» окаменелости. Наука по своей сути – это непрекращающаяся работа.)

Определенно, велоцирапторы не могли летать. У этих динозавров были крупные и массивные задние конечности и совсем маленькие передние лапы. Тем не менее у них были перья; как и в случае останков археоптерикса, в их окаменелостях мы также наблюдаем птерилии. Придется смириться с тем, что перья были даны велоцирапторам для чего-то другого, но не для полета.

Самым вероятным назначением перьев мне видится поддержание температуры тела животного – перья добавляли им тепла, а может быть, даже жара… я имею в виду, сексуальной привлекательности, то есть служили также для привлечения партнеров противоположного пола. На самом деле это две основные версии, принятые среди экспертов в этой области. Правда, поразмыслив над этим еще немного, можно сойтись на том, что их перья могли выполнять обе функции. Они сохраняли тепло тел этих животных и помогали велоцираптору, облаченному в стильное зимнее перьевое пальто, подчеркнуть свою привлекательность.

Но как быть с нашим бесценным, в том числе с научной точки зрения, археоптериксом? Что по поводу его перьев? Были ли они предназначены для полетов? Ответ кажется однозначным: возможно. Это интригует, если не сказать больше. Если вы когда-либо рассматривали птичье перо, вы могли видеть, что в нем есть центральный ствол, а по обе его стороны находится то, что мы называем «усами». Та к выглядит оперенная часть пера. Усы соединяются друг с другом другими элементами, которые мы называем «бородками» (маленькими бородами) и «крючочками» (маленькие крючки). Вся эта конструкция совершенно жесткая и негибкая и при этом удивительно легковесная.

Среди замечательных особенностей пера – его ствол: полый, но одновременно очень прочный. Если вы когда-либо видели новорожденного птенца, вы, возможно, замечали его совсем тонкие перья – они выглядят как отдельные длинные волоски. На их милых маленьких ножках также есть чешуйки, которые не сильно отличаются от чешуи на коже аллигатора или змеи. Перья, чешуйки и волосы – все это состоит из одних и тех же видов клеток. Все мы, и змеи, и птицы, и люди, можем создавать кератиновые структуры – природный пластик, из которого состоят чешуя змеи, перья птиц и наши с вами волосы и ногти.

Исследователи очень внимательно изучали окаменелые останки археоптерикса. Способ расположения его костей позволяет большинству ученых предположить, что эти животные не могли поднять свои крылья высоко над головой. А все известные нам птицы могут. Широкие взмахи помогают современным птицам довольно быстро отбрасывать достаточное количество воздуха вниз и назад для того, чтобы совершить подъем. Пока не ясно, мог ли археоптерикс летать так, как летают современные птицы. Впрочем, и этого для меня более чем достаточно – перья, обнаруженные в окаменелых останках археоптерикса и рядом с ними, асимметричны, а значит, эти животные могли летать – по крайней мере, хоть как-то.

Если вы часто летаете самолетами, следующее наблюдение будет для вас знакомым. Если же нет – в следующий раз, находясь рядом с самолетом, обратите внимание на то, что спереди крыло самолета толще, чем сзади. При ближайшем рассмотрении наибольшей толщины крыло достигает на расстоянии примерно четверти длины от передней кромки крыла. Расстояние от передней кромки крыла до задней называется хордой (как отрезок в пределах окружности). Самая широкая часть крыла находится на линии первой четверти хорды крыла, и именно здесь мы, люди, прокладываем самую большую опорную балку или лонжерон. Он проходит вдоль крыла (перпендикулярно корпусу самолета). С перьями, которые птицы используют для полета, дело обстоит примерно так же. Ствол пера, используемого для полета, проходит по линии первой четверти хорды пера. Перья археоптерикса устроены таким же образом.

Перья хвоста у современных и у древних ископаемых птиц *симметричны*. От левого края до правого все они имеют примерно один размер. Эти перья не связаны с силой или нагрузкой на маховые перья птицы. Но погодите, погодите… тут есть кое-что еще. У современных птиц есть дополнительные перья – покрывные, которые находятся поверх основных перьев. У современных летающих птиц эти покрывные перья используются для сглаживания воздушного потока, идущего поверх крыла

птицы. Они работают точно так же, как обтекатели, которые мы ставим на наши самолеты. Загляните под крыло современного лайнера, и вы увидите длинные обтекатели, по форме напоминающие каноэ, – они заставляют воздух плавно обтекать механизмы, регулирующие поверхности для увеличения подъемной силы, например закрылки. Обтекатели добавляют самолету вес, но это компенсируется снижением сопротивления воздуха. Покрывные перья у птиц также добавляют немного веса. Они также требуют энергии птицы, чтобы расти и сменяться по мере изнашивания. Они напоминают ваши ногти, которые постоянно растут вследствие износа. (Попробуйте оставить клейкую ленту на своих ногтях на нескольких часов. Вы увидите, как сильно мы изнашиваем свои ногти. Неожиданно!)

Под хвостовым оперением (*empennage)* подразумеваются хвостовые перья или оперение хвоста – птицы или самолета. Обратите внимание на латинский корень *penne*, который обозначает «перо». На протяжении веков люди использовали перья для письма[7]. Говоря о хвостовом оперении, нельзя не обратить внимание на то, что перья в хвосте павлина по сути точно такие же, как и хвостовые перья у других птиц. Дикое и яркое оперение, которое демонстрируется павлином в период ухаживания, полностью состоит из удлиненных, декорированных, больших и маленьких покрывных перьев. Как и остальные птицы, которые летают, павлины не подвергают свои покрывные перья высоким нагрузкам, несмотря на их мощь и размер.

В одном замечательном исследовании ученые с помощью рентгеновской установки проанализировали окаменелости перьев археоптерикса и ископаемые перья родственных видов. В результате они определили, что с вероятностью в 80 % его перья были темными или черными, как у ворона. Если вы когда-либо бросали летающую тарелку, вы, возможно, замечали, что более темные диски – жестче. То же самое справедливо и для пищевых контейнеров: чем они менее прозрачны, тем крепче и жестче. Та к называемый пластмассовый пигмент-наполнитель влияет на жесткость изделия. То же самое верно и в отношении кератина, основного материала перьев. Темные перья будут жестче и, возможно, будут лучше годиться для полета.

В 2013 году был открыт одиннадцатый экземпляр археоптерикса. Судя по всему, археоптерикс появился примерно в то же время, что и несколько других пернатых рептилий. Анализ перьев с лодыжек археоптерикса показал, что он, вероятно, мог летать – по крайней мере, в какой-то мере. Даже если его перья не были пригодны для полноценного полета, другие современные ему виды тем не менее все же имели вполне подходящие для

полетов перья. Итак, расследование продолжается, господа присяжные заседатели.

Признаюсь, я просто очарован живыми существами, способными летать. Может быть, я просто завидую. Та к или иначе, меня завораживает эта хитроумная стратегия: оторвавшись от земли и пролетев некоторое расстояние над землей или океаном, можно, «не замочив ног», спастись от хищника, найти пищу или выискать место, чтобы пустить корни. Однако полет для любого организма, как и для сконструированной человеком машины, – это сложное дело. В машиностроении мы говорим, что достаточно большой двигатель может заставить летать что угодно. Гораздо более трудная задача – это рулевое управление. Представьте себе автомобиль, которым вы не можете управлять. Вам не понадобится гарантия, потому что машина гарантированно разобьется. Полет требует непрерывного, точного управления по трем осям: наклон, поворот, спуск и подъем (крен, рысканье, тангаж). Полет без контроля станет для птицы в буквальном смысле дохлым номером. Так неужели археоптерикс умел все это делать?

Тщательное изучение черепа археоптерикса, в частности, показывает, что он не только имел перья и крылья, пригодные для полета, но и обладал достаточно крупным мозгом, чтобы уметь летать. Почти все наши самолеты имеют горизонтальные стабилизаторы или хвостовые крылья и вертикальные хвосты – это торчащие вверх детали со встроенным подвижным рулем. Но взгляните на бомбардировщик Б-2: у него нет вертикального оперения и вообще нет хвоста. Военные разработчики хотели избавиться от вертикального оперения, отражающего радиоволны радара. Любой аппарат с вертикальным оперением обнаружить гораздо легче, чем самолет, который по каким-то причинам его не имеет. Обратите внимание, что хвостовое оперение самолета, подобно оперению стрелы, направляет самолет и заставляет его лететь туда, куда хотим мы.

Проектировка самолета без торчащего хвоста стала неплохой сделкой для моего скромного мирка конструирования военных самолетов (у меня какое-то время был допуск к секретной работе). Очевидно, что для птицы обходиться без хвостового оперения проще. Сконструировав самолет без хвоста, люди, по большому счету, сделали это через 150 млн лет после того, как до этого додумались птицы. Это потребовало от нас многолетних исследований и развития системы компьютеризированного управления полетами, достаточно быстрой для того, чтобы постоянно следить за разными контрольными поверхностями самолета, такими как внутренние и внешние элероны. Возможно, у археоптерикса не было подобных забот,

потому что у него для этого были перья и мозги.

При всем при этом напрашивается разумный вывод, что археоптерикс все-таки немного умел летать, ну или, как минимум, мог взлетать и парить в воздухе, удерживая свое тело на восходящих потоках горячего воздуха точно так же, как это делает большинство современных птиц. Вообще, это довольно занятная мысль. Даже если он действительно не мог работать своими крыльями так, как это делают современные птицы, даже если перья на его крыльях не были достаточно длинными или сильными для того, чтобы правильно распределять и поддерживать вес тела, даже если его мозг не мог проложить маршрут через теплое море или густой лес, скорее всего, он все равно *практически*летал.

Как ни крути, у археоптерикса, по сути, было полукрыло. У велоцираптора было нечто наподобие четверти крыла или даже его восьмушки. И знаете что? Эти промежуточные версии отлично функционировали; просто функции, к которым они были приспособлены, немного отличались от задач ястреба и его крыла. Возможно, археоптерикс порхал с ветки на ветку. Может быть, он спрыгивал с высокой ветви или скалы и мог медленно планировать вниз, чтобы при посадке не сломать себе ногу или не свернуть шею. А может быть, он просто полулетал? Ведь полукрыло может сгодиться и на это! А что если все эти перья служили ничем иным как теплой шубой для этих животных, удерживая тепло их тел? Что если все мои размышления об их аэродинамических способностях – просто фантазии, безосновательные выводы? Или, может быть, их перья были всего лишь украшением, привлекающим потенциальных партнеров? С точки зрения эволюции такая способность была бы «пригодной» и очень даже полезной. В любом случае полукрыло было необходимо археоптериксу для выживания.

В нашем современном эволюционном понимании археоптерикс представляет собой промежуточный тип животного. Его останки демонстрируют переход от пернатых динозавров к птицам. И если вы еще не слышали, то наши птицы, те, что каждый день летают у нас над головами, действительно являются прямыми потомками динозавров. Мы видим это по отпечаткам ног, тел и перьев этих древних существ. Дарвин вполне резонно предполагал существование этой связи задолго до того, как ученые получили в свое распоряжение метод рентгеноструктурного анализа или сформулировали положение о точках четвертей хорд. Уж очень он был наблюдательным человеком.

Вот еще один важный момент: в свое время, то есть тогда, когда он жил, археоптерикс не был чем-то промежуточным или чьей-нибудь

половиной. Это было существо, хорошо приспособленное к своей среде. Может быть, с точки зрения человека, археоптерикс выглядит как неполная версия птицы лишь потому, что мы ориентируемся на внешность современных птиц. Однако в то время археоптерикс был вполне конкурентоспособным членом своей экосистемы.

Если бы древние птицы были похожи на современных и подобно им использовали свои перья для обогрева, то вполне разумным могло бы стать предположение, согласно которому древние динозавры были способны генерировать свое собственное тепло, подобно нам с вами. Как вам такое? Вместо неторопливых, греющихся на солнце змееподобных существ они стали бы быстрыми и проворными, как колибри или ястребы. Образ страшных и стремительных динозавров из фильма «Парк юрского периода» был вдохновлен результатами раскопок, посвященных археоптериксу. С каждым днем наука все больше обогащается. Некоторые из последних исследований показывают, что динозавры не были ни теплокровными, ни холоднокровными. Вероятно, они были чем-то между: полутеплокровные, которые (как и полукрыло), судя по всему, вполне сносно существовали в течение многих миллионов лет. Так что для них у меня будет новый термин – *мезотермический*, что означает «тепло где-то между там и сям».

Пернатые динозавры – это всего лишь одно из недавних открытий, иллюстрирующих переходы от одного вида организмов к другому и тем самым заполняющих пробелы в истории эволюции. Точные моменты переходов зафиксировать практически невозможно (что является характерной чертой прерывистого равновесия), но во многих случаях, при определенном упорстве и с помощью хорошо продуманной стратегии, можно найти более обобщенную промежуточную форму.

В течение многих лет ученые-эволюционисты переживали из-за невозможности обнаружить переходное животное между рыбами и наземными животными, такими как ящерицы, крокодилы и аллигаторы. Переживали, пока не стали всерьез об этом задумываться. В конце концов, они предположили, что такое существо могло жить в болоте, возраст которого должен составлять примерно 375 млн лет. Обнаружив подходящее болото с окаменелостями, передвинутое тектоническими плитами к северу, туда, где сейчас находится восточная часть Канады, люди принялись за поиски. Именно так Нилу Шубину удалось обнаружить знаменитый *тиктаалик* – рыбу с переходной формой конечностей – от плавников к ногам. В контексте нашего обсуждения можно сказать, что у тиктаалика были полуконечности. Но самому существу определенно не казалось, что оно обделено, а его части тела – лишь половина от того, что ему положено.

Его конечности наверняка позволяли ему ползать по земле, прятаться от хищников или подбираться поближе к потенциальной добыче.

Переоценить значение такого открытия невозможно. Используя научные методы, мы, ученые, мечтаем о возможности предсказаний. Мы хотим формулировать теории, которые позволят нам делать прогнозы о будущем. Ведь это в наших силах. Наши предки, не интересовавшиеся предсказаниями и прогнозами, были моментально вытеснены другими предками, умевшими предсказывать смену климатических сезонов, передвижения хищников или урожаи продовольственных растений. Ученые предсказали обнаружение такого существа, и тиктаалик действительно был найден. Я привел этот аргумент моему оппоненту-креационисту в дебатах в Кентукки. Креационизм, в отличие от науки, не может предсказать ничего. Помимо того что креационизм, очевидно, неверен, так он еще определенно бесполезен. И, несомненно, придаток, одновременно являющийся и ногой, и плавником, был очень полезен таким животным, как тиктаалик. Именно с его помощью они передвигались, охотились, убегали от хищников и размножались.

Эффективность полукрыла – это старый вопрос, который имеет четкий, убедительный ответ в контексте эволюции. Вот вам еще один фантастический пример того, как эволюция создает промежуточные формы. В 1990-х годах группа научных исследователей обнаружила останки кита, который когда-то мог ходить. Я не шучу. Окаменелые останки *амбулоцетуса* (ходящего кита) были найдены на территории современного Пакистана. Это животное имеет ласты как у кита и ноги с пальцами.

Амбулоцетус, видимо, обитал на отмелях и, судя по его зубам, питался другими животными. С помощью химического анализа этих зубов исследователи определили, что амбулоцетус мог переходить от соленой воды к пресной. Эти животные жили в устьях рек – там, где реки впадают в моря. В этих плодородных районах у них определенно не было проблем с пропитанием. Также у них были волосы, и, судя по окаменелым отпечаткам, довольно густые. Эти животные эволюционировали в наших современных китов. У них одновременно были и полуноги, и полуласты. Можете не сомневаться, они прекрасно пользовались и тем и другим. Амбулоцетусы жили достаточно большими сообществами и размножались на протяжении достаточно долгого периода для того, чтобы быть найденными нами в виде окаменелостей спустя 50 млн лет.

Полукрылья, полуноги или полуплавники – все это отлично пригодилось их обладателям для того, чтобы в результате их потомки

бегали, прыгали и летали сегодня среди нас. Каждая функция должна была быть «пригодной» в свое время. И каждая оказалась «пригодной».

21. «Пригодное» тело человека – и танцует, и поет

Необязательно копаться в прошлом, чтобы найти примеры «пригодности». Вам даже не придется идти в зоопарк. Покорнейше прошу вас просто посмотреться в зеркало. Мы с вами и наши родители, и их родители, и ваши дети – все мы ходим, разговариваем и иногда даже танцуем и поем, и все это – результат эволюционного принципа «пригодности». Все мы стареем. Появляются боли, недомогания, приходится покупать очки и ставить зубные протезы. Но каждое поколение, независимо от того, каким оно было, оказалось «пригодным» для того, чтобы продвинуться вперед. Это еще одно следствие работы принципа естественного отбора. В нашем эволюционном мире каждый «пригоден» настолько, насколько он продвинулся вперед. У природы нет причин работать иначе. Эволюционного давления, принуждающего создавать проекты, которые будут лучше, чем это необходимо, не существует.

Для создания каждой отдельной части организма необходима энергия. Ваши руки, ваши глаза, ваш мозг – для всего этого требуется химическая энергия, а их форма и особенности обусловлены вашей ДНК. Никто в руководстве Конструкторского Бюро Человеческих Особей не может предположить, какая функция нам понадобится в будущем. Какие бы организмы, со своими (нашими) случайно сгенерированными и отобранными посредством полового отбора мутациями ни оказывались более приспособленными к миру, в котором они появляются на свет, но именно они, как и вы, получают шанс на размножение. Каждая из ваших особенностей, таких как цвет глаз, толщина ногтей, локтевые суставы и эмоциональный тип, либо позволяют вам жить долго и счастливо, плодясь и размножаясь, либо нет. «Пригодные» проекты, созданные природой, вытесняют «непригодные».

Этой главной особенностью естественного отбора объясняется то, о чем все мы беспокоимся. Или, если не беспокоимся, то, по крайней мере, знаем: мы все умрем. Я знаю, это полный отстой, но такова природа нашего мира. С эволюционной точки зрения или с точки зрения ваших генов (если они, конечно, имеют таковую) – а что это меняет? То, что у вас большой мозг и вы способны переживать по этому поводу – по большому счету, это ваша проблема. Эволюция с ее 16 млн видов животных, растений,

микробов и вирусов шагает дальше, невзирая на наши с вами переживания. Каждое из живых существ, от морских медуз до зебр и нас с вами, вынуждено играть теми генетическими картами, которые им достались.

Взглянуть на это объективно мне помогает вымышленный мир супергероев. Всем известны такие персонажи, как Супермен, Человек-паук и Росомаха. Все они обладают сверхспособностями. Ох, как было бы здорово, если бы мы умели летать! Или если б у нас была нечеловеческая сила. Разве не круто – уметь перехитрить любого злодея, даже самого коварного? Я считаю, что эти герои комиксов могут заставить нас задуматься о том, что мы хотели бы изменить в наших биологических способностях. Они служат пищей для развития логического мышления. Я не шучу. Что если бы мы, подобно героям «Зеленого Фонаря», могли перемещать объекты куда угодно с помощью кольца силы… только если они не желтого цвета?[8] С одной стороны, это довольно глупо. Но с другой – этот мысленный эксперимент позволяет увидеть один момент, который в обычной жизни мы не замечаем.

Посмотрите на Бэтмена – он не обладает суперсилой. Он просто замечательный человек и превосходный атлет, который никогда не теряет самообладания и к тому же удивительно богат. Вот это да, хочу быть этим парнем! Но даже Бэтмен обладает человеческими чертами, которые умелый конструктор или создатель, выражаясь терминами креационистов, честно говоря, мог бы улучшить.

Одна из самых очевидных головоломок относительно строения человеческого тела заключается в том, что наша выделительная система расположена непосредственно рядом с органами размножения и наслаждения (я полагаю, у Бэтмена то же самое, хотя, конечно, точной информации у меня нет). Наш анус расположен прямо рядом с пенисом или вагиной – скажите, ну вот вы бы расположили уретру в самом центре вашего сокровенного уголка? Если бы вы занимались этим вопросом, разве вы не захотели бы хоть немного разделить эти вещи? Разве это так сложно? (Воздухозаборник машины и ее выхлопная труба находятся с противоположных сторон автомобиля, не правда ли?) Должно быть, не самая сложная проблема, которую можно исправить. Кстати о воздухозаборниках: почему ваш расположен рядом, а точнее – прямо над вашим топливным баком? Ваше дыхательное горло – трахея, находится рядом с вашим пищеводом, и из-за этого легко можно подавиться. Что с этим делать? Разве это нельзя было как-то исправить?

Почему кто-то вынужден носить очки с корректирующими линзами? Если бы вы были конструктором, разве вы не заложили бы в программу

идеальное зрение для всех? Почему многие из нас получают солнечные ожоги? Почему наша кожа не может быть одновременно и чувствительной, и прочной? То же самое в отношении бедер, коленей и передней крестообразной связки колена: почему бы не сделать их более прочными? Нам бы не пришлось делать все эти операции и трансплантации.

В следующий раз, когда будете смотреть в глаза осьминогу, смотрите с уважением, ибо его глаза – более удачный проект, нежели ваши. В центре нашей сетчатки, там, где соединяются зрительные нервы, у нас находится слепое пятно. Ваш мозг вынужден самостоятельно восстанавливать недостающую часть изображения, поэтому вы и не замечаете его. Кроме того, светочувствительные клетки человеческого глаза покрыты другими тканями, что создает небольшое искажение. Наш глаз – неоптимальное оптическое устройство, но это результат нашего развития. Глаза осьминога не имеют подобных проблем. Глаза осьминогов и глаза людей – это результат разных эволюционных путей; вот и все.

Каждый третий питчер в Главной лиге бейсбола США проходил через так называемую операцию Томми Джона[9] (названную так по имени игрока, первым испытавшим на себе эту процедуру). Локтевая коллатеральная связка, проходящая вокруг локтя, подвержена износу. Для ее восстановления хирурги берут связки из какого-то другого места в вашем теле (точнее, в теле питчера), просверливают крохотные отверстия у вас в костях и прикрепляют эти запчасти к вашей руке. Такая практика дает отличные результаты. Современные хирурги провели бессчетное количество подобных операций. Если бы вы проектировали человеческие локти, разве вы бы не сделали их связки более прочными? Или вы бы заставили людей не играть в бейсбол? Возможно, было бы еще лучше, если бы наши мозги могли в какой-то момент остановить нас и удержать от продолжения игры, пока наши локтевые связки не износились? Не тут-то было. Питчеры играют теми руками, что дала им природа. В настоящее время треть из них оставляют решение этой своей проблемы другим людям, то есть врачам.

Размышляя обо всем этом, я прихожу к выводу, что на сегодняшний день наша самая большая проблема – это мозг. Во-первых – почему мы должны спать? Черт побери, неужели мы не могли бы спроектировать мозги, способные пахать по 24 часа в сутки, семь дней в неделю? Наши компьютеры запросто работают и день, и ночь, и на их создание, в отличие от нас, не потребовались миллионы лет. Почему не мы? Почему мы путаемся (в моем случае, еще больше путаемся)? Почему у нас нет мозгов, которые бы понимали все на свете? Насколько это сложно? Почему только

некоторые из нас способны молниеносно решать арифметические задачи, почему не все? Почему способность к математическим вычислениям не является врожденной? С хорошим конструктором мы бы все появлялись на свет «в полной комплектации», как говорят менеджеры по продаже автомобилей. Однако это не так, и лишь эволюция в том повинна.

Наши тела, как и тела всех остальных живых существ на Земле, являются отражением физиологии предыдущих поколений предков, каждое из которых оказалось «пригодным» для размножения. Люди, не принимающие теорию эволюции, часто указывают (спасибо, что не тыкают) на человеческий глаз, восхищаясь его конструкцией. Они выказывают махровый скептицизм в отношении позиции, согласно которой такая удивительная и необычная структура могла появиться без вмешательства всемогущего Создателя, управляющего всем на свете. На самом деле это еще один вариант аргумента «полукрыла», и его так же легко опровергнуть.

Если потратить немного времени, то в природе можно отыскать множество примеров организмов, которые имеют светочувствительные клетки. Нам нетрудно представить себе, что клетки могут реагировать на тепло. Свет и тепло – это одна и та же энергия, только на разных частотах и разной интенсивности. В природе светочувствительные клетки можно встретить у плоского червя. Такие клетки выстилают углубления в раковине моллюска – это «пригодные» для них глаза. Мы обнаруживаем светочувствительные клетки в глазах наутилуса, свет в которые попадает через очень маленькое отверстие, словно в камере обскура, которую мой отец соорудил, пока находился в лагере для военнопленных. Глаз паука способен различать, где находится источник света. Похожее строение глаза можно найти у насекомых и т. д.

Наши глаза являются результатом миллиона лет проб и ошибок. Можно даже найти организмы с прозрачными клетками. Другими словами, между «световыми отверстиями» реснитчатого червя и глазными яблоками гигантского кальмара, размером с крышку люка, или глазами белоголового орлана, чей взор может различать изображения до восьми раз лучше, чем мы (это все равно как если бы у нас в глазах была восьмимегапиксельная камера из смартфона), было огромное количество промежуточных шагов. Переходные формы до сих пор существуют и здравствуют. Каждый из шагов, о которых я говорил, существует на данный момент в природе потому, что каждый из них «пригоден» для того, чтобы организм и его гены оставались в игре – в игре по имени Жизнь.

К вопросу об этой игре по имени Жизнь – кто, на ваш взгляд, является

наиболее опасным животным на Земле? Кто самый злодейский злодей? Это, конечно же, вы. Точнее мы. Мы – доминантная форма жизни. Если вы корова, то люди будут вас разводить, доить, убивать и поедать. Если вы мыши, вы, конечно, можете бегать у нас под ногами, но, поверьте, люди будут уничтожать вас, если вы окажетесь у них на пути. Да что там – вы можете быть китом в самом сердце океана, и люди будут строить корабли для выхода в открытое море, выслеживать вас и убивать. С людьми шутки плохи, потому что у них крупный мозг (даже если не все мы используем его в полную силу – и вновь я вспоминаю моего бывшего начальника). Итак, позвольте мне спустить вас с небес на землю, заявив, что человеческий мозг, эта благородная субстанция, – всего лишь очередной пример «пригодного» стандарта эволюции.

Наш мозг гораздо крупнее по отношению к массе тела, чем, например, мозг лошади. Я считаю, что это одна из причин, почему лошади шарахаются и могут вести себя немного дико, а по человеческим меркам – так даже неразумно и опасно. Наш мозг огромен даже в сравнении с мозгом симпатичной, счастливой, умной собаки. Масса нашего мозга по отношению к массе тела несколько больше, чем у наших генетических родственников шимпанзе, но не сильно превышает параметры наших бывших соседей-неандертальцев. Мы вытеснили их и, возможно, еще пару десятков «почти современных людей» или гоминид. Мы – это просто следующий шаг, и наш мозг по сравнению с нашим телом просто был немного больше, чем у других. Но в своей работе наш мозг отнюдь не уникален. Вы когда-нибудь смотрели на спящую или дремлющую собаку? Она дергается и трясется во сне точно так же, как мы. Не нужно быть нейрофизиологом, чтобы понять, что наши лучшие друзья тоже видят сны. А все потому, что их мозг работает так же, как и наш.

Мы – это последняя версия головного мозга, «пригодного» для управления нашей жизнью в условиях конкуренции с множеством других организмов, живущих в нашей экосистеме. Мы можем общаться таким образом, который, по крайней мере, с нашей точки зрения, кажется гораздо более сложным по сравнению с общением наших ближайших родственников шимпанзе бонобо и горилл. Мы можем писать книги и благодарить наших читателей за их чтение. Кстати, спасибо! Мы можем улавливать закономерности в природе, фиксировать их и делать прогнозы на основе этих наблюдений. Мы можем производить сложные вычисления, писать пьесы, изобретать кинопроекторы и рассказывать о будущем – о том, что может произойти, а что – нет. И эта наша дискуссия об эволюции не была бы возможной, если бы мы не имели удивительной способности

оборачиваться назад и задумываться о нашем месте здесь, на Земле и в космосе. Но лучший мозг – это далеко не то же самое, что идеальный мозг.

И хотя наш мозг позволяет нам рисовать картину замечательного будущего, мы до сих пор не можем сказать, сможем ли мы когда-нибудь летать по галактике или Вселенной, высаживаться на других планетах и болтать с существами, которые говорят, например, по-английски. Но кто знает? Может быть, когда-нибудь в далеком будущем гораздо более развитые виды будут смотреть на нас как на переходную форму, обладающую «полумозгом».

Немного терпения, и я приведу вам еще одно доказательство «пригодности» нашего мозга. Исследования показали, что не только наш мозг управляет движениями тела, но и наши движения способны повлиять на то, что мы думаем и как мы себя чувствуем. В одном из экспериментов добровольцы, принимавшие в нем участие и фиксировавшие свои эмоции при определенных действиях, подходили к незнакомым людям, и при этом эти люди нравились им гораздо больше в момент приближения, чем в момент расставания. Может быть, поэтому рукопожатие и поклон при встрече стали традицией. Приближаясь к другому человеку, мы подсознательно чувствуем, что мы его принимаем. Психологи и неврологи придумали для этого явления термин – «воплощенное познание». Когда ваш мозг заставляет ваше тело что-то делать, ваше тело заставляет ваш мозг что-то чувствовать. Я считаю, что это еще один признак того, что наш мозг произошел от мозга наших предков. Будь то комедия, мы бы назвали себя «второстепенный персонаж». Мы такие же, как и те, другие гоминиды, просто обновленные для жизни в сегодняшнем дне.

Мозг, как и любая другая часть тела, смертен. В настоящий момент все виды исследований и медицинских разработок направлены на то, чтобы продлить нашу жизнь. Это может получиться у будущих поколений, но у меня есть ощущение, что даже если люди будут жить по 200 лет, большого изменения в эволюционной схеме вещей не произойдет, потому что значение имеет только одно – отправить свои гены в будущее. Это верно как для нас с вами, так и для омаров. Репродуктивный период человека, скорее всего, будет по-прежнему составлять лишь около 30 лет, пусть даже потом человек будет продолжать жить и платить налоги на протяжении многих десятилетий. Наше старение и износ наших организмов не имеют большого значения в эволюционном порядке вещей, покуда мы размножаемся. Тридцатилетний репродуктивный период был «пригоден» для наших предков, и, хорошо это или плохо, он должен оставаться пригодным и для нас.

Для меня вполне разумно, что естественная продолжительность жизни человека также является результатом проб и ошибок природы. Если бы мы жили слишком мало, мы бы не успевали достичь совершеннолетия или половозрелости и не могли бы создавать новых людей. Если бы мы жили слишком долго, то скорее всего, наша иммунная система затрачивала бы слишком много усилий на то, чтобы бороться с последующими поколениями микробов и паразитов. Вместо этого наши семь, восемь или девять десятилетий являются оптимальным отрезком времени для того, чтобы естественным образом оставаться продуктивным и не становиться обузой как для нашей собственной иммунной системы, так и для нашего общества. Эта мысль может быть удручающей или, наоборот, обнадеживающей в зависимости от того, как вы на это посмотрите.

Предположим, вы узнали, что будете жить две сотни лет. Вы бы сбавили обороты? Или вы продолжали бы работать, чтобы улучшить свою жизнь? Стали бы вы изучать алгебру или решили бы, что сможете изучить ее попозже? Изменится ли ваш репродуктивный период? Смогут ли женщины зачать детей после шестидесяти? Не ухудшится ли сперма мужчины с возрастом? Увеличение продолжительности жизни может оказаться забавным, но, скорее всего, это едва ли существенно изменит наши репродуктивные способности и нашу эволюцию в долгосрочной перспективе.

Все кто читает сейчас эту книгу, уже добились успеха в жизни. Никого из нас здесь бы не было, если бы мы не были генетически пригодны. Это довольно обнадеживающая мысль. Мы восхищаемся внешностью некоторых людей или их остроумием, но тем не менее все мы похожи между собой гораздо больше, чем отличаемся друг от друга. Доказательство тому сама жизнь: у нас получилось! И не важно, если кто-то покажется вам недостаточно красивым – он оказался здесь точно так же, как и вы. Как говорится, всякая невеста для своего жениха родится.

22. Эволюция – причина в нее не верить

Время от времени мне встречается кто-то, кто заявляет что-то типа: «Я не боюсь смерти». Я этому не верю. *Все* боятся смерти. Это часть инстинкта, который помогает нашему виду выжить. Это важная особенность человеческой эволюции. Я всерьез подозреваю, что это является решающей причиной того, почему так много людей не способны поверить в эволюцию. Жизнь порой преподносит и такие сюрпризы.

Почувствовать страх смерти не так уж сложно. Просто представьте себе такой сюжет: вы стоите на очень высоком мосту, например на мосту у кампуса Корнельского университета в Нью-Йорке. Ущелье под ним достигает 50 метров в глубину. Вы напуганы. Вы боитесь, что что-то вдруг пойдет не так, что вы наклонитесь, чтобы посмотреть вниз, но сделаете это слишком резко, и… Или представьте, что вы переходите улицу, и вас чуть не сбивает машина, водитель которой в тот момент набирал на телефоне СМС. В самый последний момент он бьет по тормозам. Шины визжат, машина сигналит, ваше сердце практически останавливается. Вы пугаетесь до безумия, потому что он только что чуть не укокошил вас. А еще мы все боимся ночных звуков, ведь ужасное рычание или дребезжание где-то там в темноте может исходить от чего-то опасного, например, от льва, тигра или медведя, которые могут убить вас.

Наши предки не боялись высоты, не боялись съесть что-то ядовитое, не боялись ядовитых змей и пауков, не боялись утонуть – но теперь все они мертвы. У них не было инстинкта оберегать себя от смерти. Это заложено глубоко внутри нас, и хорошо бы, чтобы у нас это было. Я много думал о страхе смерти после дебатов с креационистом Кеном Хэмом. Все-таки должны быть глубинные причины того, почему умные, здравомыслящие люди неожиданно отвергают все объективные доказательства, когда разговор заходит об эволюции. Я думаю, что у этих причин много общего со страхом смерти.

Вы наверняка слышали о так называемой премии Дарвина – ежегодно присуждаемой за самую глупую смерть. В основном она достается людям, которые вели себя чрезвычайно глупо и опасно. Многие истории кажутся сомнительными, но отлично подходят для развлекательного чтения. Например, парень нашел старый заряд динамита, закопал его, а затем хорошенько попрыгал сверху, чтобы убедиться, что почва хорошо утрамбовалась. Ну конечно, во время такой утрамбовки динамит

взрывается, человек просто исчезает, не оставляя практически ничего для проведения полицейского расследования. Или как вам история о парне, который привязал ракету с реактивным ускорителем к крыше своего автомобиля и поджег ее? Вся эта конструкция оторвалась от земли и на полной скорости влетела в высокий склон, расплющив машину и экспериментатора. Каждому из этих деятелей присуждалась премия Дарвина, правда, посмертно. Мораль тут в том, что у них не было достаточного страха смерти, и это их и убило.

В этом скрыто и научное послание. Эволюция влияет не только на наши физические особенности, такие как рост, количество суставов, цвет глаз и форма мочки уха; она также воздействует на эмоции. То, что мы чувствуем, – это результат эволюции. И без сомнения, это касается и страха смерти. То же справедливо и в отношении нашей тяги к размножению. Когда мы думаем о размножении, на самом деле мы думаем о том, что может привести к процессу, который в результате приведет к размножению, то есть к детям. И так – в течение всего дня, а для большинства из нас – постоянно. Здесь я призываю вас вставить свою шутку о сексе и обратить внимание на то, как легко она пришла вам на ум. Секс всегда где-то рядом, подспудно, постоянно!

Если наши гены заставляют нас продолжать жить и размножаться и мы бессознательно идем на поводу этого импульса днем и ночью, то как это происходит у остальных созданий – в мире природы? Мне нравится сравнивать нас или, по крайней мере себя, с собаками. Я наблюдал за ними. У них есть мечты. У них есть страхи. Они, несомненно, могут быть обаятельными, и у них вполне могут быть проблемы с общением – все, как и у людей. Но я не замечал, чтобы мои лохматые друзья настолько же интересовались природой нашего существования, насколько это делаю я или мои коллеги и друзья. Я видел очень напуганных собак – злым хозяином или другой более крупной собакой. Но я не думаю, что когда-либо встречал собаку, охваченную приступом неуверенности в себе, который, кстати, нередко овладевает мной. Я придерживаюсь широких взглядов, но не думаю, что собаки, даже те, с которыми я долго обсуждал эти вещи, задумываются о происхождении Вселенной и фундаментальном значении жизни. По крайней мере, не так, как мы с вами.

По-видимому, обладание человеческим мозгом, который способен на все эти замечательные вещи как игра на скрипке, сложные математические вычисления или прыжки с шестом или через барьеры, влечет за собой появление способности к размышлению над самим существованием. Ни один другой организм на Земле не занимается этим. Да, да, я понимаю, что

дельфины очень умные, но я не думаю, что они строят библиотеки или даже планируют что-то подобное. Обладая удивительной способностью к мышлению и рассуждениям, мы просто не можем поверить, что все это когда-нибудь кончится, что мы все умрем. Но насколько я могу судить, все, кто когда-либо жил, сейчас либо умер, либо скоро умрет. А как же дом, который вы построили? А как же поэма, которую вы написали? А как же ваши чувства, когда вы были влюблены? Эти вещи не будут существовать без вас; как правило, они тоже исчезают в одно мгновенье. Такова жалкая судьба нашего существования.

Если вы проживете 82 года и примерно семь недель (это зависит от високосных годов), то вы проведете на Земле 30 тысяч дней. И все! Ребенком я с трудом мог представить себе 30 тысяч чего бы то ни было. Это звучало просто как «много». Я лишь думал, сколько самолетиков из пробкового дерева и моделей ракет я мог бы запустить, имей я 30 тысяч долларов! Теперь, будучи взрослым, платя налоги и сочиняя книги, я едва ли считаю эту цифру чем-то огромным. Попытайтесь представить себе продолжительность человеческой жизни следующим образом. Стадион клуба «Даллаз Ковбойз» Национальной футбольной лиги вмещает 105 тысяч человек. Теперь представьте, что вы наблюдаете за жизнью, которая проходит на поле, и каждый день вы смотрите на нее с нового сиденья. Да вы и трети мест не обойдете. Прежде чем вы пересидите на трети всех сидений стадиона, вы умрете. При этом 82 года – это если у вас мотор в порядке. А если нет? Упс…

Неужели мы единственный организм на Земле, имеющий это чувство – чувство обреченности? Определенно, выглядит это именно так. Я провел немало времени на северо-западе Тихоокеанского побережья, наблюдая за лососевыми рыбами. Когда приходит время для подъема по реке и спаривания, они перестают есть. Они получают необходимую химическую энергию, расщепляя себя изнутри. Они в значительной степени объедают свой собственный кишечник, двигаясь вверх навстречу своей смерти. Знает ли лосось, что умрет, когда направляется ввысь, стремясь отложить свои яйца или оплодотворить чужие своей спермой? Или же он, как подросток, помешанный только на сексе, совершенно не способен думать, или вообще *не* думает и ничего больше не хочет, даже есть. Или, может, лосось осознает надвигающийся конец своей жизни и просто грустит? Что-то не похоже. Они плавают; они спариваются; они умирают. Не думаю, чтобы с ними происходило что-нибудь еще.

Судя по всему, наши близкие родственники, шимпанзе, несколько дней носят траур по умершему члену их группы. Это что они, ритуальные

обряды так выполняют? Если так, то сомневаюсь, чтобы они принимали это всерьез настолько, насколько люди.

А люди?! Да мы с ума сходим. Мы придумываем невесть что, чтобы убедить себя, будто есть еще что-то помимо плавания, спаривания и умирания. Мы помещаем наши сочинения и размышления в библиотеки. Мы возводим статуи в честь людей, которыми восхищаемся, так что, по крайней мере, в каком-то смысле эти люди продолжают жить или память о них живет. Черт подери, мы называем в честь некоторых людей здания, автострады и горы. Мы храним письма умерших предков. Мы возводим громоздкие надгробия. Все эти вещи в некотором роде сохраняют жизнь или, по крайней мере, ее результаты.

Иногда кажется, что мы и в самом деле особенные – так почему же нас не может ожидать нечто особенное за стенами этого стадиона в Далласе? Но когда кто-то из нас умирает, тот факт, что наш разум – это нечто большее, чем результат работы сложнейшей системы химических структур и химических реакций, перестает быть очевидным. Я хорошо помню, как моя бабушка говорила со мной о полевых цветах. У нее была исключительная память, а после нее осталось множество великолепных картин с пасторальными сценками из Новой Англии и огромное количество иллюстраций с изображением цветов, переданных с натуралистической точностью. Она говорила со мной о пыльце, пестиках, тычинках и яйцах. Я помню несколько бесед о бейсболе. Она слушала трансляции матчей по радио, порой замечая мельчайшие детали. Она комментировала удар Дона Маттингли, хотя и не могла видеть его. Она просто думала о том, что она услышала, куда пошел мяч, и все такое. Однако ближе к концу своей жизни ее удивительный ум стал сдавать. Она постепенно становилась некомпетентной в вопросах бейсбола, полевых цветов, заточки своих художественных карандашей и почти всего остального.

Я довольно тесно работал с Брюсом Мюрреем, планетарным ученым в Jet Propulsion Lab[10] (и основателем Планетарного общества), который оказал огромное влияние на развитие космической программы Соединенных Штатов. Он настоял на том, чтобы ранние космические зонды были оснащены камерами, и в значительной степени именно ему мы обязаны первыми фотографиями планеты Марс. Ближе к концу своей жизни Брюс мог бы рассказать многое о тех временах расцвета космической эпохи, но он не мог вспомнить, ужинал он или нет, не говоря уже об обеде. Сердце разрывается от этого. В нашем Планетарном обществе мы высоко чтим его и называем нашу коллекцию фотографий и видео «Космический фотобанк Брюса Мюррея». Потеря Брюсом памяти

свидетельствует о химической структуре наших созданных эволюцией «пригодных» мозгов. Несмотря на разнообразие человеческих представлений о загробной жизни, как-то не похоже на то, чтобы сознание всех этих выдающихся людей транспортировалось в некое замечательное место вечного покоя и расслабления. Наоборот, кажется, будто они растеряли свои способности, поскольку некоторые системы в их организмах перестали работать.

В этом тревожном конфликте между тем, как устроен мир, и тем, каким бы мы хотели его видеть, вините эволюцию. Страх смерти в сочетании с новыми способностями предвидеть будущее, позволил человеку вытеснить другие виды. Но в то же время такая комбинация не позволяет нам поверить в то, что ничего, кроме того, что мы видим вокруг нас, нет. Наш мозг стал слишком большим, чтобы думать о мире как-то иначе.

Я думаю, что вопрос о нашей «уникальности» – это, по сути, другая формулировка вопроса о том, какой смысл в нашем более крупном мозге. Добросовестные палеонтологи и археологи прочесывали холмы и долины в поисках более ранних версий нас с вами. Исследователи обнаружили десятки костей и черепов, которые когда-то принадлежали нашим далеким-предалеким родственникам. Изучая других человекоподобных существ, мы понимаем, что они были почти такими же, как мы. Исследуя наших недавних предков, таких как неандертальцев или кроманьонцев, или других человекоподобных существ, мы совершенно ясно видим одно: если этих товарищей одеть в современные шмотки, их едва ли можно будет узнать на оживленной улице. Кажется, будто они были почти такими, как мы. Их мозг был почти такой же, как наш. Они имели почти то же мировоззрение, что и мы, с теми же подозрениями или верованиями о жизни после смерти.

Похоже, нам достался наиболее универсальный мозг, который мог бросать, ловить и бить по мячу – и изобретать правила игры с мячами, лучше, чем они. Похоже, тот же мозг позволил нам задуматься о нашем месте в схеме вещей, и это привело нас к науке, а затем к открытию эволюции. Мы все – продукты эволюции, и, будучи таковыми, мы не сможем поверить в то, что все кончено, когда все будет кончено.

В этом великая ирония эволюции человеческого мозга: наша сила одновременно является и нашей слабостью. Наши полезные свойства – это наша ответственность. Спустя тысячелетия улучшений у нас есть возможность распознавать шаблоны лучше, чем любой другой организм. Конечно, когда приходит время, бабочка-монарх отправляется на юг. Когда дни становятся короче, лиственные деревья начинают сбрасывать листья.

Они дадут новые листочки, как только их внутренние химические часы скажут о том, что для этого настало время. Но ни один другой организм не создает календарей с указанием високосных годов. Но ни один другой организм, управляемый химическими реакциями и физическими закономерностями, не запускает ракеты, которые выходят в открытый космос и возвращаются обратно. Хотя я вполне могу себе представить другое человекоподобное племя, которое могло делать практически те же вещи. Просто мы распознавали закономерности немного лучше, а потому и победили в битве за лучшие ресурсы и лучший кров. И вот теперь наш мозг сводит нас с ума.

Все это возвращает меня к Кену Хэму и его убеждениям, широко распространенным среди его последователей, согласно которым возраст Земли составляет всего шесть тысяч лет. Когда я спорил с господином Хэмом, я много говорил о геологических свидетельствах того, что Земля намного-намного старше. Но с точки зрения моего оппонента, дебаты не касались истинного возраста нашей планеты. Для него речь шла об эволюции. Для него речь шла об очевидно непримиримом несоответствии между тем, что наш мозг может наблюдать, накапливать и хранить, и открытием, согласно которому мы достигли этого возвышенного состояния с помощью того же процесса, что сделал клювы одних вьюрков короткими и острыми, а других – длинными и зауженными. Он просто не может в это поверить.

Я, конечно, переживаю из-за кратковременности нашей жизни, но относительно короткий срок жизни – это то, что уготовано каждому из нас. Принятие желаемого за действительное не может изменить факты, зато научное мышление может поместить их в более широкий контекст. Смертность человека может вас либо удручать и заставлять ныть о бренности существования, либо наполнять радостью.

По крайней мере, один, почти невероятный факт относительно того, как мы все здесь оказались, мы выяснили. Невероятно, но мы способны постичь и природу, и Вселенную. Мы, люди, существовали в нашем нынешнем виде в течение почти 100 тысяч лет, и при этом почти все, что мы на данный момент знаем об эволюции, открылось нам лишь в последние 150 лет! Вы только представьте, что еще может приключиться с нашим видом, если мы сохраним биоразнообразие планеты и повысим всеобщий уровень жизни. Нам предстоит сделать открытия, которые удивили бы и мою бабушку, и моего коллегу Брюса, и нас с вами.

23. Микро или макро – все это эволюция

Чтобы понять эволюцию, мы должны мыслить одновременно и широко, и узко. Масштабность мышления была постоянной темой эволюционных исследований, начиная с Дарвина и Уоллеса. Когда я работал инженером, у меня была специальная чертежная доска, на которой я делал проекты огромных авиалайнеров для одной компании и микроскопических инструментов для другой. Внизу, в правом нижнем углу практически всех инженерных чертежей есть графа, в которой я, как создатель, указывал масштаб изображения. В чертеже для компании «Боинг» я задал масштаб 100 сантиметров к одному или 1:100. Чертеж для компании «Sundstrand» был выполнен в масштабе 100:1, где в одном сантиметре был представлен 1 мм или 0,01 см. Меня по-прежнему поражает, что законы физики работают в любом масштабе. Гидроусилитель обладает достаточной мощью, чтобы переместить дом, и в то же время он подчиняется тем же законам природы, что и крошечная пружинка, которая позволяет вычислить силу притяжения на Луне.

Когда дело доходит до эволюции, то мы должны рассматривать и общую картину, и конкретные примеры. Природа воздействует на каждый организм, но последствия естественного отбора становятся очевидны в больших масштабах: в группах, популяциях, видах и целых экосистемах. Исследователи придумали термины *микроэволюция* и *макроэволюция* для описания различных путей, которыми может следовать эволюция, хотя оба подхода основаны на одних и тех же фундаментальных принципах, идущих от микро к макро. Сегодня креационисты, особенно в США, внушают людям, что те должны мыслить только в малых масштабах. Они принимают микро, но отвергают макро, потому что микро – это все, что их вера может принять. Это печально, и это не имеет отношения к науке. Мир природы – это комплекс услуг; вы не можете выбирать, какие факты вам нравятся, а какие нет. И в этом случае вы не можете понимать один вид эволюции без другого.

Изначально естественный отбор Дарвина касался изменений, происходящих с организмом в условиях окружающей среды. Для нас этот процесс запускается тогда, когда мы появляемся на свет. Для растений – в тот момент, когда семя попадает в почву. Для рыб – когда откладываются их икринки. Каждое новое поколение либо получает возможность использовать ресурсы своего мира, либо нет. Если повезет, то могут

попасться обильные запасы ресурсов – химическая энергия для бактерий или уютные болота для лягушек. Вы рождаетесь с набором генов, скопированных у вашего предка или предков. Способность сохранять тепло или поддерживать низкую температуру тела, или переварить продовольственные ресурсы, окружающие вас, – все это силы отбора. Однако есть и другие способы, которыми происходят изменения из поколения в поколение.

Если вас убили или съели (вы не отобраны) до того, как вы успели размножиться (вы отобраны), то это тоже один из важнейших двигателей генетических изменений. Ваши гены также могут отличаться от генов ваших родителей вследствие случайных мутаций, которые возникают в результате несовершенного копирования, от одной цепочки ДНК к другой. На это, например, может повлиять космическое излучение, которое проникает в один из ваших генов и изменяет его. Гены в молекуле ДНК иногда перепрыгивают с одного места на другое. Такие гены называются «транспозонами». Или, например, к яйцеклетке или сперме ваших родителей (или к пыльце растений) могут примешаться частички какого-нибудь химического вещества. Также мутацию может вызывать излучение некоторых радиоактивных элементов, содержащихся в земной коре. Иногда в половые клетки организма попадают вирусы и также изменяют его гены. Вирусное вмешательство можно также использовать умышленно – например, регулировать гены кукурузы, чтобы они оставались устойчивыми к агрессивным химикатам, направленным на уничтожение сорняков.

С каждым новым изменением, появляющимся в последующем поколении, конфигурация вашей ДНК и генов может меняться для вас и для других представителей вашего рода. Это называется «генетический дрейф». Если гены немного перемещаются в тот же момент, когда происходят какие-то изменения в окружающей среде, дрейф генов может стать единственным фактором, позволившим им пройти дальше. Это пример микроэволюции – изменение в генетическом составе в пределах вида или популяции. Вы можете думать об этом просто как об эволюции, производящей незначительные изменения за короткое время.

Еще одним источником изменений является случайная вариация, которая усиливается в небольших популяциях. Представьте себе корзину с конфетами, собранными во время Хэллоуина, где половина конфет оранжевые, а другая половина – коричневые. Запустите руку в мешок и вытяните горсть конфет. В целом чем меньше вы захватите конфет, тем больше будет вероятность того, что в руке окажется неоднородный микс.

Если вы возьмете пять конфет, среди них, возможно, будут три оранжевых и две коричневых. Это будет неравенство с 20 %-м перевесом в пользу оранжевых конфет. С другой стороны, если бы вы могли схватить 500 конфет, то любая неравномерность в смешении была бы сглажена. Соотношение оранжевых и коричневых было бы гораздо меньшим. У вас редко выпадала бы такая 20 %-я разница. В случае с генами, если в окружающей среде происходит что-то, что оставляет вас лишь с небольшой горсткой особей, эквивалентом горстки конфет, то с этого момента ваша неравномерная смесь получит преимущество. Это будет набор генов, которые смогут продолжать жить. Поскольку здесь мы рассматриваем только один вид, эволюционные ученые часто ссылаются на этот пример как на явление микроэволюции.

В этой связи предположим, что в популяции появляется благоприятная мутация, например, добавляется немного темного пигмента кожи, что обеспечивает лучшую защиту от ультрафиолетовых лучей Солнца (что продолжает происходить снова и снова). Люди с этой мутацией преуспевают и все больше размножаются в местах с повышенным ультрафиолетовым излучением. Этот благоприятный ген, обеспечивающий более темный тон кожи, будет преимущественно проявляться в их детях, внуках и правнуках. Поскольку это очень важно для человеческой культуры, я посвятил этому явлению целую главу под номером 32. Исследователи называют это «генетической миграцией». Гены мигрируют в популяции, проявляясь в последующих поколениях. Та к как мы говорим об одном гене в одном организме, то и этот пример исследователи также часто описывают как явление микроэволюции.

У нас же, напротив, происходит макроэволюция: сексуальная, художественная и естественный отбор с большой буквы. Вместо того чтобы рассматривать один ген в одном организме, мы исследуем радикальные изменения у видов, вызванные переменами в окружающей среде или массовыми вымираниями. Процессы микроэволюции и макроэволюции принципиально одинаковы, разница только в масштабе. Мы можем изучать отдельные гены, последовательность химических веществ, сопровождающих молекулу ДНК определенного организма. Или можем анализировать популяцию организмов или экосистему, населенную этими организмами. Они проходят дальше или отсеиваются по тому же принципу: если вы подходите, неважно, ген вы или целый *тираннозавр*, получите ваш пропуск. Если нет – до свидания.

Это деление на микро и макро имеет большое значение для эволюционных биологов. Где мне было сложно, как научному

преподавателю, так это в обществе креационистов. На примере моего оппонента в дебатах Кена Хэма, особенно активного джентльмена, я понял, что креационисты будет хвататься за все что угодно, ища лазейку в эволюционной науке. Имейте в виду, поиск недостатков в научной теории – дело благородное. Это важная часть процесса, с помощью которого наука продвигается вперед. Но при этом необходимы честность и последовательность, а я не вижу ни того, ни другого в аргументах креационистов.

Креационисты скажут, что они принимают микроэволюцию – например, то, каким образом один штамм вируса может мутировать в другой, – мутация, для которой в библиотеке антител нашего организма не находится нужного экземпляра. Сложно отрицать это, поскольку такое происходит каждый год в сезон простуд. Но затем они берут и утверждают, что у нас нет ничего общего с другими существами здесь, на Земле, потому что высшая сила, должно быть, уделила особое время тому, чтобы сделать людей иными. Они используют термин *микроэволюция* для той части эволюции, которую они считают теологически приемлемой. Они используют слово *макроэволюция* для той части, которую они не любят, возможно, потому что она для них слишком тревожная. Для них макроэволюции не может существовать, потому что она не сочетается с их убежденностью в том, что они особенные, избранные и нуждаются в особом отношении.

Как вы, возможно, догадываетесь, креационисты пошли на все, чтобы примирить свои убеждения с тем миром, каким мы его видим. Они придумали термины и написали истории, пытаясь превратить невероятное в достоверное. Читая Библию по-английски, они придумали слово *барамин* – сложили его из двух слов на иврите – которое описывает семь тысяч видов растений и животных, четыре тысячи лет назад сошедших с лодки и с тех пор разросшихся (микроэволюция каким-то образом превратилась в макро…) до 16 млн видов. Они даже используют словосочетание «мутационный отбор» для описания процессов, которые мы все можем наблюдать в природе – например, видообразование комаров в лондонском метро. Но они не принимают более обширную картину существования нашего предка, общего с любым другим живым существом, и доказательств глубоких времен и истинного возраста Земли.

А теперь самое интересное: ни одна микроидея не имеет смысла вне макроконтекста, и наоборот. Микроэволюция – это только сырье, из которого прорастает макроэволюция. Это то, где научные понятия становятся заблуждениями, будучи вырванными из контекста. Суть в том,

что природу не волнует, какие термины для нее вы используете.

Креационизм поражает меня, прежде всего, как удивительная трата времени и энергии. Хотел бы я уметь игнорировать его, чтобы сосредоточиться на реальной науке, но креационисты уж очень усердно трудятся над тем, чтобы помешать научному образованию и навязать свое странное мировоззрение нашим студентам. Так давайте извлечем выгоду из этой грустной ситуации и используем нападки креационистов как возможность для нашего обучения. Если вы услышите термины микроэволюция и макроэволюция, обратите внимание на того, кто их произносит. Подумайте о том, как работает эволюция в масштабах пространства и времени. Вирусы мутируют изо дня в день. Рыба превратилась в сухопутное животное и в конечном итоге, спустя сотни миллионов лет, породила динозавров и голубых китов. Это красивая, сложная история, проистекающая во всех измерениях.

Поэтому, пожалуйста: мыслите широко и мыслите критически.

24. Майкл Фарадей и радость открытия

Если вы верите результатам опросов общественного мнения, то знайте, что примерно половина жителей Америки не согласна с предположением, будто жизнь на Земле – включая людей – является продуктом миллиардов лет естественной эволюции. В то же время эти же самые люди, судя по всему, с удовольствием принимают все остальное, что дают нам научные открытия и разработки. Они не подвергают сомнению химические добавки в своей пище, электрические и физические процессы в своих смартфонах или релятивистские поправки (теория относительности Эйнштейна), обеспечивающие работу сигнала GPS. Вполне возможно, что, как я предположил ранее, страх отчасти удерживает множество людей от признания эволюции. Если так, то это возлагает особую ответственность на ученых и тех из нас, кто пишет о них. Если страх тянет людей в одну сторону, то мы наделены социальной ответственностью тянуть людей назад, в другую сторону, и предлагать им нечто не менее убедительное, нечто удивительное.

К сожалению, часто все происходит совсем по-другому. Я встречал множество людей, которые говорили мне, что их знакомство с наукой происходило в весьма безрадостной форме. Наука представлялась им целым рядом непонятных фактов с кучей непонятных уравнений, которые нужно было запоминать. Им навязывали некую общую идею о том, что в глазах ученого мир сложен и беспокоен. Ну и ну! У меня совершенно другой взгляд на мир. Позвольте мне рассказать вам историю, которая до сих пор меня сводит с ума.

Иногда меня спрашивают: если бы мне выпал шанс повстречаться с какой-нибудь известной личностью из прошлого, кого бы я выбрал? Мой моментальный ответ прост: британский гений Майкл Фарадей, человек, который научился использовать электроэнергию в практических целях, и один из самых великих популяризаторов науки в истории. К 1800 году многие ученые по всей Европе активно занимались экспериментами с электричеством. Алессандро Вольта расположил батареей цинковые и медные пластины, чередуя их между собой и прокладывая каждую пластину тканью или картоном, пропитанными солевым раствором. Такой столб производил то, что он называл электровозбудительной силой, а мы теперь называем электрическим напряжением. Андре-Мари Ампер показал отношение между интенсивностью электроэнергии и магнитной силы,

которую она производит. Теперь у нас есть единица электрического тока, которая называется ампер. Майкл Фарадей сформулировал многие важные моменты того, как работает электричество. Среди прочего он соорудил первый в мире электрический двигатель. Он также довольно бурно делился своими идеями с общественностью.

В 1825 году Фарадей начал читать курс лекций в Королевском обществе в Лондоне. Эти Рождественские лекции, как они назывались, были рассчитаны на широкую публику, в том числе и на детей, и проводились каждый год, за исключением того времени, когда в период Второй мировой войны Лондон находился под градом бомбардировок. Одним из наиболее заметных современных лекторов, принимавших участие в Рождественских лекциях в 1977 году, стал Карл Саган. Эти лекции, помимо текстовой части, включали в себя увлекательные демонстрации научных опытов и эффектные выступления. После нескольких лет исследований, проводимых Фарадеем в его лаборатории, он усовершенствовал свою демонстрацию, и в результате его выступление представляло собой следующее: на лабораторном столе размером около двух метров в длину Фарадей устанавливал две катушки с проволокой, соединенные параллельными проводами, – как игрушечная железная дорога с туннелями на каждом конце. В центре одной из катушек на деревянном бруске соответствующей формы он помещал компас.

Явление магнетизма было известно на протяжении веков; Христофор Колумб при прокладывании курса своих кораблей полагался на намагниченную иглу, установленную на плавучей пробковой платформе соответствующей формы. Но Фарадей перенес магнетизм на новую почву. В его эксперименте на одном конце стола находилась катушка с компасом, а на противоположном Фарадей двигал стержневой магнит, вставляя и вынимая его из другой катушки. Игла компаса, помещенного в первую катушку, двигалась. Вы можете сами провести такой опыт и получите тот же результат. Движение магнита с одной стороны стола заставляло двигаться магнитную стрелку на другой.

Может, это и не звучит как что-то грандиозное. Многие из моих читателей наверняка забавлялись с магнитами и компасами (возможно, вы даже сломали не один компас, поднеся магнит слишком близко к чувствительной игле компаса). Понятно, что многие обращали внимание на то, что когда электричество идет по проволоке, вокруг нее создается магнитное поле, которое может легко воздействовать на стрелку компаса. Но Фарадей понял то, что никто до него, видимо, не понимал: этот процесс также работает и в обратном направлении. Если вы двигаете магнитом

рядом с проволокой, в ней появляется электричество. Фарадей обнаружил и тщательно сформулировал основную идею этого явления. И дело не в самом магните, а в *двигающемся* магните и *двигающемся* магнитном поле.

Во время своих лекций Фарадей не просто помещал магнит рядом с проволокой. Он производил движения магнитом, который, в свою очередь, создавал магнитное поле. Это производило на аудиторию и его коллег-ученых неизгладимое впечатление. Почти все, с чем вы имеете дело в течение дня, своим существованием обязано открытию Фарадея, ибо именно так мы и генерируем электроэнергию. Просто оглядитесь вокруг; что окружало бы вас, не будь у нас электричества? Вряд ли много чего! Освещение, телевидение, компьютеры, холодильники, кофеварки – ничего этого не было бы без электричества. Все, что создано на производстве – столы, стулья, автомобили, ковры, плитка, одежда, – все теперь зависит от электричества. Еда выращивается на фермах, которые полностью зависят от оборудования и транспортных систем. Эта книга была написана с использованием электроэнергии и опубликована с помощью электричества, неважно, слушаете ли вы ее, держите в руках или читаете с экрана.

А вот вам на сладкое: как-то после презентации опыта к Майклу Фарадею подошла женщина и спросила: «Простите, господин Фарадей, но какая от этого польза?» На что Фарадей блестяще парировал: «Мадам, а какая польза в новорожденном младенце?»

Я надеюсь, вы прочувствовали скепсис Фарадея. Ученый непременно заслуживает уважения за то, что в тот момент ничуть не растерялся. Он мог бы сказать что-то вроде: «Леди, да вы в своем уме?! Вы считаете, что это ерунда?! Вы что, черт побери, не заметили, что я… то есть никто даже не… не касался компаса?! Некая сила исходит от одного края стола к другому, и этот кусок металла движется, словно заколдованный какой-нибудь ведьмой! Леди, я вас умоляю – это же совершенно поразительно…» Говорят, что Уильям Гладстон, министр финансов Великобритании, задал Фарадею подобный вопрос. На этот раз Фарадей ответил, пожалуй, еще более колко: «Ну что вы, сэр, у меня есть все основания полагать, что вскоре вы сможете облагать это налогом».

Размышляя над этой историей, я думаю о том, сколько же удовольствия доставляли Фарадею его опыты и их демонстрация перед людьми. Каждый раз он действительно получал от этого радость. Я уверен, что Дарвин ощущал такую же радость открытия. Правда, в случае с Дарвином то была немного другая радость, чем у Фарадея, ибо его открытие у многих людей вызывало тревогу по религиозным и философским соображениям. Открытие эволюции привело нас к порогу,

который для многих несколько умаляет наше значение в рамках общей системы мироздания. Дарвин, вслед за своей набожной женой, и сам боролся с последствиями своих открытий. У Фарадея не было таких сложных переживаний по поводу электричества. Он также воодушевленно делился своими идеями со всеми вокруг, как и многие ученые до или после него. Его лекции становились увлекательным, захватывающим событием, ибо он говорил о науке с неподдельной страстью, без тени притворства и доступным языком.

Майкл Фарадей мог бы стать для эволюционной науки идеальным пресс-секретарем. Для меня весть о нашем месте в великой цепи жизни является чем угодно, но только не поводом для грусти. Для меня, и я уверен, что Фарадей непременно согласился бы со мной, научные открытия полны радости. Изучая эволюцию, мы находим скрытое объяснение многим вещам: окаменелостям тираннозавров, нашему копчику, насморку… Здесь мы раскрываем секреты жизни на Земле. Это наука, и в то же время это процесс, движимый человеческим духом. Для меня нет ничего более захватывающего. И мне приходит на ум еще одно знаменитое высказывание Фарадея: «Даже самое удивительное реально, если оно согласуется с законами природы».

25. Мы и медицина – эволюция в кабинете врача

Мой отец и его приятель Фил в детстве были образцовыми бойскаутами. Оба они могли разжечь костер в дождь. С завязанными глазами они вязали узлы, о которых большинство из нас даже никогда не слышали. Когда я был еще маленьким, у жены Фила обнаружили рак кожи; ее лицо ужасно опухло. Все его практические таланты были бесполезны в борьбе с этой болезнью. Как и все таланты медицины. Жена Фила была убежденным последователем движения церкви саентологии и считала, что любой недуг можно преодолеть с помощью божественной силы. Она отказалась от лечения, опухоль дала метастазы, и она умерла. Это был огромный удар для всех; ее смерть разбила сердце Филу, моему отцу, моей маме. Все думали о том, что злокачественную опухоль можно было удалить, и тогда жена Фила, возможно, прожила бы еще не одно десятилетие. В последнее время разрыв между тем, что могут врачи, и тем, что могла жена Фила, только увеличился. Медицинские методы лечения значительно улучшились, и одной из основных причин тому являются эволюционные исследования.

Это очень важный аспект эволюции, и многие люди его не ценят. Эволюционная наука – это не только наука об истории жизни. Это исследовательская программа с совершенно конкретными, осязаемыми результатами. Она задает направление развитию современной медицины. Например, мы установили, что рак эволюционирует. Раковые клетки могут мутировать в теле пациента, и в результате злокачественные клетки начинают искать новые способы, чтобы получить доступ к запасам крови и стать устойчивыми к нашим противоопухолевым препаратам. Придя к пониманию нашего общего происхождения, мы стали использовать для лечения людей гормоны других животных – такие как инсулин, полученный от свиней. Ученые-медики каждое лето разрабатывают новые вакцины, предвидя развитие и мутации вируса гриппа, возвращающегося каждую осень. Все эти взаимосвязи продолжают работать дальше и дальше.

На протяжении тысячелетий люди в той или иной форме практиковали медицину. Африканские племена просверливали отверстия в черепе для снижения внутри-мозгового давления. Исконные народности Северной

Америки разрабатывали болеутоляющие средства. Люди по всему миру придумывали техники лечения и заживления сломанных костей. Все это – следствие обладания мозгом, достаточным для того, чтобы осознать причины и последствия на примере наших собственных человеческих органов. И все же лекарства, которые мы используем сегодня, фундаментально отличаются от тех способов, которыми люди боролись с заболеваниями и травмами на протяжении большей части нашей истории на Земле.

Разница в том, что сегодняшние врачи могут опираться на предсказания на основе нашего понимания эволюции. Как вам скажет любой биолог, живые организмы на нашей планете обладают огромным количеством схожих особенностей. Мы все состоим из клеток. Для каждого из нас имеется инструкция по сборке, и хранится она практически в каждой из наших клеток – у всех нас есть ДНК. Мы размножаемся по всему миру и среди других живых существ. Во время нашего размножения крошечные изменения переходят в каждое последующее поколение. Современные лекарства и вакцины возможны именно из-за этих знаний.

Недавно эволюционный аспект медицины проявил себя по-новому. Врачи стали смотреть на эволюцию не только как на внешний фактор, влияющий на человеческое здоровье, но также как на внутренний. Каждого человека они теперь рассматривают как ходячую, развивающуюся экосистему. Вы-то наверняка не думаете о себе как об экосистеме. По крайней мере, пока.

Большинство живых существ на этой планете состоят из одной клетки, даже не имеющей ядра. Большая часть землян – микроорганизмы. Скорее всего, вы без труда с этим согласитесь. Теперь представьте себе, что большая часть клеток *вашего организма* – микроорганизмы. Их количество превышает число клеток вашего тела почти в 10 раз. Эти микробы живут, усваивают химические вещества, производят химические отходы и взаимодействуют друг с другом. Их совокупность называют микробиомом. И вы – его экосистема. С ума сойти!

Когда мы появляемся на свет, у нас на борту нет ни одного из этих микроорганизмов. У детей нет микробиома, поскольку система комплексной биологической активности в их желудочно-кишечном тракте пока отсутствует. Они получают микробиом от своих родителей. Обнимашки, поцелуйчики и грудное вскармливание прокладывают бесчисленным бактериям путь в животик младенца, где те потом живут и размножаются на протяжении всей жизни этого нового человека. Эта экосистема или микробиом сосуществует с нами параллельно в нашем

желудочно-кишечном тракте. Мы зависим от него. Большая часть пищи, которую мы едим, перерабатывается этими бактериями. Если с нашим микробиомом что-то не так, то в кишечнике начинаются проблемы.

У меня есть подозрение (не очень хорошее), что все мои читатели в свое время тяжело болели. Продукты жизнедеятельности многих видов бактерий токсичны. Наши тела имеют системы, направленные на выявление и вытеснение отравляющих токсинов: например, когда нас тошнит – это один из этих процессов, который обычно, но не всегда, помогает. Бактерии до сих пор существуют, потому они могли распространяться самостоятельно. Любая извергнутая из организма жидкость, содержащая бактерии, способствует распространению бактериального материала. Сейчас это кажется очевидным, но на самом деле это довольно недавнее открытие. Даже 150 лет назад, во времена Дарвина, люди все еще не верили в то, что микроорганизмы могут вызывать болезни или даже убивать. Биологи открыли микробиом лишь в последние пару десятилетий. Они до сих пор ищут ответ на вопрос, как микробы в нашем теле помогают нам оставаться здоровыми и сытыми. Микробиом человека может быть верным помощником в контролировании веса и борьбе с ожирением.

Открытие иммунных реакций и микробов буквально перевернуло мир. Исследование процесса, с помощью которого все эти микробы появились, позволило нам использовать пользу из хороших микроорганизмов и бороться с плохими. Рассмотрим следующий пример: мы разработали десятки антибактериальных препаратов. Их молекулы ломают или прокалывают стенки клеток и мембраны бактериальных патогенов. Но поскольку бактерии постоянно размножаются, они также постоянно мутируют и развивают новые средства защиты. Пройдя через фильтр выживания наиболее приспособленных, многие бактерии в окружающей нас среде обрели такую устойчивость, что сегодня их невозможно остановить антибиотиками, которые эффективно работали всего несколько лет назад. Если мы хотим продолжать жить здоровой жизнью, нам придется придумывать новые способы борьбы с бактериями. Это потребует глубокого понимания того, что происходит в мире бактерий. Вы, конечно, не удивитесь, узнав, что это напрямую связано с эволюцией. Подробнее об этом я расскажу в следующей главе.

Нашу планету заселяет совершенно невообразимое количество бактерий. По самым разумным подсчетам, их на планете около миллион триллион триллиона, или 1030 (десяти в тридцатой степени). На Земле больше бактерий, чем видимых глазу звезд во Вселенной. Как и любое

другое живое существо, бактерии используют для питания те же самые химические вещества. Следовательно, они конкурируют между собой. И делают это, как сумасшедшие. Ради этого они борются друг с другом, но только не копьями и камнями, а ядами. Бактерии производят яды, чтобы убивать или жестко подавлять другие бактерии. По давней словообразовательной традиции эти токсины называются «бактериоцины». Они способны «разрезать» бактерии. Существует бактериоцин, характерный для кишечной палочки (*E. coli*), который слывет под названием «колицин». Улавливаете? Бактерио-цин, коли-цин. Составление подобных слов – очень популярное занятие у биологов.

В общем, все известные антибиотики – это токсины или химические ингибиторы, производимые другими типами организмов. Пенициллин, например, берет свое начало от гриба, который лишь незначительно отличается от бактерии. Каким-то образом *Penicilliumnotatum* случайно приобрел комбинации химических веществ, которые способны разрушать клеточные стенки очень многих бактерий, что позволяет грибу продвигать свои гифы (это такие грибные усики), не подвергаясь атаке, ну или, по меньшей мере, успешно отражая ее. Гриб отличается от бактерии и потому может нести в себе антибиотик – в данном случае разрушающие клеточные стенки химикаты. Но если вы – одноклеточная бактерия, вырабатывающая в пределах ваших клеточных мембран и стенок химическое вещество, которое способно бесконтрольно разрушать мембраны и стенки других тесно связанных с вами бактерий, то все несколько сложнее.

Миллиард миллиардов раз бактерии размножались и размножались, пока внезапно не столкнулись с химическими веществами-бактериоцинами, которые нападают на другие бактерии с помощью белков, специально сформированных и нацеленных на разрушение клеточной стенки только одного или нескольких других видов бактерий. Эти белки не нападают на клеточные стенки бактерии, которая их создала… иначе это бы не работало. Белок в данном случае является рабочей лошадкой, создаваемой живыми существами; химические свойства белков отчасти зависят от формы самой молекулы. Дело не только в том, что в молекулах белка может находиться атом азота, который может связываться с атомом кислорода. Дело еще и в том, что белок имеет или несет в себе эти атомы таким образом, что они вступают в реакцию только с теми молекулами, которые сами способны взаимодействовать с ними; эти белки подходят к ним словно ключ к замку.

Говоря о том, что бактерии не могли делать того, а делали что-то другое, следует понимать, что в данном случае выбора как такового у

бактерий нет. Бактерия производит белок – всевозможные виды белка. Это те молекулы, которые придают форму и создают структуру таких составляющих вашего организма, как кости, кожа и волосы. Если бактерия случайно выработает белок, который сможет расщепить стенки ее же собственной клетки, тогда этот организм погибнет. Белок, вырабатываемый миллиардами поколений на протяжении миллионов лет, в результате начинает работать как бактериоцин; он разрушает или убивает другие бактерии, правда только бактерии определенного типа.

Узнав об этой замечательной особенности многих бактерий, ученые занялись созданием бактериоциновых препаратов, подобных антибиотикам, которые борются только с одним конкретным типом бактерии. Предположим, что вы заболели и возбудителем вашей болезни стала какая-то несчастная стафилококковая инфекция, при этом конкретный штамм стафилококка был известен уже достаточно долгое время. Его бактериальные предки сталкивались с человеческим антибиотиком на протяжении десятилетий, и в результате этот потомок штамма, с которым борется ваш организм, стал устойчив или практически не восприимчив к действию разрушительного для стенок клетки пенициллина, эритромицина или что там у вас еще есть в аптечке.

Ваше состояние будет ухудшаться. Бактерии будут производить так много токсинов, что вы просто будете не в состоянии их побороть. И тогда ученые возьмут образцы этого штамма стафилококка, например, у вас изо рта. Затем они размножат конкретный тип бактерии, которая в свое время смогла выработать конкретный тип бактериоцина, которому в свое время довелось убить штамм бактерии, в этот раз поразившей вас. Такие организации, как Центры по контролю и профилактике заболеваний США, в свою очередь занимаются размножением групп тесно связанных между собой бактерий, вырабатывающих бактериоцины, либо сами синтезируют бактериоцины, делая их самостоятельным препаратом, который можно принимать так же просто, как стакан апельсинового сока по утрам. Бактериоцины начнут вырабатываться внутри вас либо с помощью специального штамма антистафилококковой бактерии, либо посредством самого бактериоцина, и вы быстро пойдете на поправку.

Такой вид эволюционной атаки звучит весьма увлекательно, но этот вариант работает лишь тогда, когда мы можем определить конкретный тип бактерии и выделить бактериоцин, способный разрушить ее клеточные стенки. Исследователи в южной части России занимались этим в течение многих лет. Наряду с противодействием инфекционным заболеваниям с помощью бактериоцинов, их исследования касались лечения кожных

инфекций. Определяя тип бактерии, заразившей пациента, ученые находили подходящую бактерию, способную вырабатывать достаточное количество бактериоцинового белка для уничтожения заразного штамма.

Будущее, которое делает эту технологию доступной для всех нас, будет поистине светлым и безоблачным. Такое достижение могло бы стать жизнеутверждающим результатом нашего понимания эволюции, а также следствием многих исторических шагов, которые привели нас к этому моменту. Первые ученые, среди которых был Антон ван Левенгук, голландский микроскопист XVII века, произвели открытие микромира нашей планеты. Позже другие ученые обнаружили, что нашу иммунную систему можно тренировать или учить бороться с конкретными заболеваниями, которым подвержен наш организм. Затем ученые определили конкретные виды бактерий и конкретные вирусы. Еще позже ученые обнаружили химические вещества или молекулы, которые разрушают стенки клеток и мембраны некоторых бактерий. Потом ученые обратили внимание, что бактерии борются друг с другом. Давайте для примера спустимся в ваш кишечник: здесь три различных типа кишечной палочки *Escherichiacoli* в постоянном режиме борются друг с другом с помощью специальных бактериоцинов. Наверное, именно это имеют в виду исследователи, когда говорят о «карликах, стоящих на плечах гигантов»[11]. Наука – это удивительно кумулятивный процесс.

На протяжении примерно двух сотен лет люди использовали животных, чтобы проверить на них действие лекарств и медицинских процедур. Вы, возможно, слышали о резус-факторе в крови. Термин происходит от макаки-резуса, у которой был обнаружен и исследован этот фактор. Вы можете переживать или, наоборот, быть благодарными за тестирование средств для макияжа глаз на кроликах до появления продукта на рынке. Вы, возможно, знаете о том, что лабораторных мышей накачивают пищевыми добавками или сигаретным дымом для проверки их побочных эффектов. Вы наверняка использовали термин *подопытный кролик* для описания тех, кто первым отправляется на процедуру, исход которой пока неясен.

Все эти подопытные животные используются для того, чтобы увидеть, что произойдет с нами, если поместить нас в ту же ситуацию; и все потому, что на клеточном уровне люди и обезьяны, свиньи и мыши очень похожи по своей конструкции или структуре. Почти вся биохимия у нас общая. У всех у нас есть ДНК, и она почти одинаковая. Совпадение ДНК с макакой-резусом у нас составляет 93 %. С мышами мы близки на 90 %. Просто задумайтесь о потенциальных последствиях этих цифр. Будь вы зародыш,

вы легко могли бы перейти от одного вида к другому. Вот почему мы так переживаем о птичьем или свином гриппе. Либо же, наоборот, 10 % может быть достаточно для того, чтобы снять вопрос об инфекциях, которым мы подвержены. В любом случае наши ученые могут использовать наши знания о мутации и естественном отборе для определения той доли, что является общей для нас и этих животных.

Каждый житель развитых стран получает прямую выгоду от медицинских тестов, проводимых на этих животных. Это еще одно научное достижение, основанное на эволюции.

На самом деле мы только начинаем понимать, как можно бороться против болезней. Просто представьте, как много мы не знаем о бактериях и их взаимодействии. На каждом этапе этого процесса познания мы использовали научные методы: наблюдение. Предположение. Предсказание. Эксперимент. Сравните то, что вы ожидали, с тем, что произошло на самом деле. Такая строгая форма научного метода, где очень точные эксперименты проводятся в тщательно контролируемых условиях, на самом деле заимствована из медицины. Для того чтобы наблюдать и устранять последствия действий микробов, необходимо наблюдать за ними очень внимательно, ибо мы не можем просто отделить их и посмотреть на них в микроскоп. В свое время эволюционная теория пожинала плоды медицины, теперь же сама медицина пожинает плоды эволюционной теории.

Глядя на этот особенный род человеческой деятельности, я искренне поражаюсь тому, как усердно ученые бились над изоляцией оспы, бешенства, эпидемического паротита, кори, коклюша и краснухи. Можно сказать, что мы просто везунчики, которым несмотря ни на что все-таки удалось выжить. Но дело тут не в везении. Дело в стратегии, в науке. Вы сейчас находитесь здесь, потому что большое количество людей по всему миру на протяжении веков изо всех сил работали, пытаясь понять, как на самом деле устроен мир природы.

26. Устойчивость к антибиотикам – эволюция наносит ответный удар

А вы делаете ежегодную прививку от гриппа? Вообще-то это необходимо, поскольку вирус гриппа эволюционирует прямо у нас под носом, таким уязвимым для этой инфекции, поэтому и вы должны не отставать. Вирусы занимаются продолжением своей жизни, заражая живые клетки и заставляя их создавать копии вируса. Эти реплики вырываются на свободу и сталкиваются с соседними клетками, что приводит к еще большему распространению инфекции и еще большему количеству копий вируса. Если это напоминает вам войну, то вы не так уж далеки от истины. Зимой 1918–1919 годов испанский грипп унес жизни 50 млн человек – больше, чем все битвы Первой мировой войны, которая на тот момент только-только закончилась. Имейте в виду, доказательств тому, что вирусы зловредны, нет. Они просто следуют своему эволюционному пути, размножаясь в любом месте, где они получают преимущество. Самое страшное здесь заключается в том, что это бессмысленное, неустанное движение естественного отбора подавляет нашу защиту, делая некогда покоренные заболевания вновь опасными.

Люди выходят на бой в доспехах, также сформированных в процессе эволюции: это иммунная система. Это сложный набор химических веществ и процессов, которые ваше тело использует для борьбы с болезнями, вызванными вирусами, микробами и многоклеточными паразитами. Иммунная система накапливает опыт, разрабатывает целевую оборону против каждой появившейся инфекции. Итак, позвольте мне задать вопрос: если бы наша иммунная система работала в нормальном режиме и с нормальным уровнем производительности, разве мы не были бы способны побороть любую инфекцию, с которой нам или нашему организму довелось столкнуться? Разве мы не победили бы каждого микроба и паразита в природе? Вы наверняка думаете, что нет. В природе так не бывает. И это один из наименее приятных результатов эволюции.

На протяжении вашей жизни вы, несомненно, болели и простудой, и гриппом, подхватывали ротовирусную инфекцию, страдали пищевым отравлением и переживали еще кучу разных заболеваний. Тем не менее ни вы, ни кто-либо иной так и не смогли окончательно победить все эти напасти. У вас даже могла выработаться полезная привычка очень часто

мыть руки, чтобы не заболеть снова. Интуитивно вы понимаете, что вокруг вас гораздо больше микробов, чем видела ваша иммунная система, и так и будет на протяжении всей оставшейся жизни.

Итак, напрашивается следующий логический вопрос. Откуда берутся все эти новые, доселе невиданные микробы? Нет необходимости искать где-то в неизвестных местах фабрики по производству биологического оружия – фабрики, которые создают образцы новых микробов и распространяют их по всему миру. Все эти фабрики находятся у нас под носом, и это мы сами. Каждый из нас служит инкубатором для новых штаммов или видов микробов.

Из-за полного отсутствия нервов или мозга микробы нельзя назвать подлыми или злобными. Они просто такие, как есть. С самого начала жизни бактерий на Земле, 3,5 млрд лет назад, здесь, скорее всего, существовала какая-то конфигурация молекул, которая и породила эту бактериальную проблему. Как и любое другое живое существо, когда-либо найденное нами на Земле, молекулы вируса обладают длинной цепочкой ДНК, несущей генетическую информацию, необходимую вирусу для принуждения бактериальных клеток к производству еще большего количества тех же самых вирусов. К тому же они созданы из одного и того же молекулярного материала и очень сильно похожи на молекулярном уровне – поэтому разумно предположить, что бактерии и их враги-вирусы, бактериофаги (вирусы, которые атакуют бактерии), появились на свет примерно в одно и то же время. Отсюда мое предложение о вынесении вирусов в отдельный домен жизни. Каждый организм начал борьбу за одни и те же ресурсы в тот момент, когда Земля достаточно остыла для того, чтобы на ее поверхности появилась жидкая вода.

Весьма интересным аспектом бактериофагов является их специфичность. Конкретные фаги атакуют только конкретные бактерии. Как я упоминал ранее, разумное объяснение этому явлению заключается в том, что все они появились на Земле примерно в одно и то же время. При появлении огромного количества бактерий и огромного количества фагов шансы на то, что они найдут друг друга, становятся достаточно высокими, чтобы поддерживать целые экосистемы. Это часть того, что происходит внутри вашего микробиома.

Давайте заглянем в историю, чтобы увидеть, как мы тут оказались. Бактерии в первичных морях, несомненно, постоянно подвергались атакам со стороны фаговых вирусов и им подобных. Их там были миллионы и миллионы. Но дело-то в том, что при копировании молекул неизбежно появляются ошибки или несовершенства. Если вирусу удалось заразить

тысячи клеток, каждая из которых производит тысячи вирусов, то рибонуклеиновая кислота этого вируса будет воспроизводиться с некоторыми мутациями. Теперь перенесите эту ситуацию в будущее, где десятки тысяч людей подхватывают инфекции, и каждый из нас производит миллионы вирусов. Рано или поздно появится мутация, которая может заразить или перезаразить большинство из нас.

Неужели нам придется смириться с тем, что мы будем постоянно, на протяжении всей нашей жизни подвергаться атаке необычных, новых штаммов вирусов, бактерий и паразитов, и с этим ничего нельзя будет поделать? Точно так же, как мы принимаем меры во избежание получения травм от деревьев, которые мы вырубаем, или от дорог, которые мы пересекаем, мы принимаем меры, чтобы избежать инфекций. Мы моем руки и избегаем контактов с заболевшими людьми, по крайней мере, насколько это возможно. Я хорошо помню, как на протяжении нескольких лет меня летом не выпускали на улицу, чтобы избежать контакта с вирусом, вызывающим полиомиелит. Поэтому логично, что мы, как грамотное общество, принимаем меры по созданию иммунных ответов как внутри наших тел, так и снаружи. И делаем мы это потому, что способны понять эволюцию.

Учитывая все происходящие мутации, разработка вакцины против гриппа – это как стрельба по движущейся мишени. Каждую зиму, когда начинается сезон гриппа, вирусы, которые циркулируют повсюду, немного отличаются от тех, что были в предыдущем сезоне. Вот почему Центры по контролю и профилактике заболеваний, готовясь к мучительной борьбе с новым штаммом гриппа следующего сезона, сотрудничают с Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов и со Всемирной организацией здравоохранения. Главный фокус здесь заключается в том, чтобы получить образцы вирусов гриппа, поражающих жителей Южного полушария в тот момент, когда у них зима, а у нас лето, и успеть до нашего зимнего периода подготовить вакцины. Это движимая эволюцией система здравоохранения, которую практически все принимают как должное.

Патоморфологи – это ученые, которые изучают инфекции, такие как грипп, и работают с ними: они подготавливают вакцину либо с помощью вируса, который был немного ослаблен (истощен) посредством химического реагента, либо с помощью мертвого или неполноценного вируса, структура которого остается ненарушенной. Он все еще обладает той конфигурацией белка, которую ваш организм может распознать; таким образом, не имея возможности самостоятельно возбудить инфекцию ввиду

своей неполноценности, он все еще способен вызывать иммунный ответ.

Основная задача иммунной системы заключается в распознавании появляющихся вирусов, бактерий или паразитов, нежелательных для нашего организма ввиду того, что эти возбудители способны нападать на ваши клетки или брать их под свой контроль, заставляя производить большее количество вирусов или бактерий (попутно иммунная система должна пропускать полезные микробы и собственные клетки организма). После того как ваше тело признает нежелательное вторжение возбудителя инфекции, оно начинает посылать антитела, предназначенные для взлома и уничтожения вируса. Для этого антитела должны быть настроены на белок внешнего захватчика. Если ваша иммунная система и ее молекулы-антитела не признают инфекционного возбудителя, то иммунный ответ следует, по крайней мере, с определенной задержкой. Это дает вирусу, бактерии, многоклеточному паразиту огромный гандикап и может нанести серьезный вред вашему здоровью.

Причина, по которой эти инфекционные организмы по-прежнему существуют, заключается в том, что они постоянно меняются, мутируют по мере размножения, принимая новые химические облики, которые иммунная система распознать не может. Они постоянно развиваются в абсолютном соответствии с предсказаниями эволюционной теории. Микробы и паразиты эволюционируют с поразительной скоростью в масштабах геологического времени или в сравнении с тем количеством времени, которое жизнь существует на Земле. В общем-то, это их дело. Только мы, люди, будучи их медленно развивающимися жертвами, вынуждены сделать это дело нашим.

Бактерии питаются химическими веществами, получая их из окружающей среды. Употребив нужное количество необходимых химических веществ, бактерии получают достаточное количество химической энергии для размножения. Они размножаются путем деления пополам. Конечно, с точки зрения биохимии это несколько сложнее, но идея именно такая. Мы называем это простым делением – расщеплением на две части. Для бактерий это, конечно, прекрасно, только вот поскольку они размножаются и питаются при этом окружающей их химической средой, отходы некоторых из них очень уж токсичны и могут спровоцировать наши болезни.

Когда-то давным-давно, в первобытную эпоху одна бактерия случайно произвела токсин, который заразил одного из наших предков. Этот день стал великим днем для новорожденной бактерии, ибо таким образом они обнаружили эффективный способ своего распространения. Видимо, в носу

у нашего предка скопилось так много токсинов, что он чихнул на других представителей своего племени, извергая живые бактерии вместе со своей слюной и слизью. Или он мог просто дышать воздухом, в котором в капельках воды содержались бактерии. Или – ой – бактериальные токсины, возможно, вызвали диарею. И, в тот момент, когда организм нашего предка, хммм… избавлялся от токсинов, он точно так же распространял вокруг себя бактерии. После того как бактерия или семейство бактерий вышли на эту схему, остановиться им уже было невозможно. Однако человеческие ученые нашли несколько очень эффективных методов борьбы с этим.

У бактерии есть клеточная стенка, которая отделяет микроб от окружающей среды. В этой стенке есть мембрана, которая разделяет иначе организованные подсистемы, или «органеллы», в пределах бактерии. Люди нашли способ заставлять белок – молекулярную структуру, которая отвечает за удерживание стенок клетки бактерии, – разваливаться или раскрываться. Когда это происходит, бактерия разрушается; это останавливает метаболизм и выработку токсинов.

Молекулы, синтезированные патоморфологами и запущенные инженерами-химиками в массовое производство в «реакторах» размером с нефтяную цистерну, являются тем, что мы называем общим термином «антибиотики». Пожалуй, самым известным среди них является пенициллин. Вы наверняка слышали историю про Александра Флеминга, шотландского биолога, который в 1920 году заметил, что плесень *Penicilliumnotatum* способна убивать бактерии стафилококка (*Staphylococcusaurius)*, вызывающие стафилококковые инфекции. Вы, безусловно, слышали об уничтожающем бактерии веществе, которое он выделил из этой плесени: пенициллин. Флеминг понял, что, если эту смесь выделить и начать производить в больших количествах, то она могла бы быть очень эффективной в отношении бактериальных инфекций. Пенициллин положил конец многим страданиям и спас множество человеческих жизней.

Наряду с этими скромными заслугами, пенициллин привел к развитию десятков других фантастических антибиотиков: ципрофлоксацин, полимиксин, тигециклин и многие другие. Некоторые из этих препаратов удерживают бактерии от деления или размножения; другие сражают бактерии наповал. В любом случае антибиотики изменили мир и полностью изменили ожидания современной медицины. Наши самые опасные враги, микробы и паразиты, враз стали легко победимы и преодолимы.

Но процесс эволюции сделал многие из этих лекарств гораздо менее

эффективными, чем они когда-то были, а порой даже бесполезными. Поскольку бактерии способны размножаться очень быстро по сравнению с организмами, на которые они нападают и эксплуатируют, они и мутируют очень быстро. За несколько лет у них случайным образом появились гены, которые проявляли устойчивость к препаратам. В результате: огромное количество бактерий, которые некогда были вполне управляемы, теперь в лучшем случае стали обузой, а в худшем – смертельным приговором. Эволюция позволяет им наносит ответный удар, и это плохо для нас.

В настоящее время медицинские работники уже осознали серьезность проблемы и предупреждают общественность, которая бездумно использует антибиотики, тем самым делая их неэффективными. Чем больше этих препаратов мы используем, тем больше шансов у инфекционных бактерий войти в контакт с этими лекарствами, и тем скорее эти бактерии изобретут штаммы, которые будут способны защитить себя от химического воздействия этих препаратов.

Я не раз принимал участие в кампаниях, поощряющих людей и особенно заботливых родителей, которые не злоупотребляют этими замечательными плодами науки. Возможно, у вас тоже болел ребенок или вы знаете кого-то, кто с этим сталкивался. Родители отводят малыша к доктору и начинают переживать, если врач назначил им антибиотики для лечения заболевания, победить которое так или иначе иммунная система пациента все равно смогла бы сама.

Более того, различия в химических механизмах делает вирусы невосприимчивыми к препаратам, направленным против бактерий. Чтобы антибиотик сработал, он должен быть направлен на бактерию, которая вас поразила (не просите у своего врача антибиотик, если у вас грипп, он ничем не поможет, кроме как поспособствует размножению более опасных бактерий). У вирусов нет клеточных стенок, целостность которых можно было бы нарушить. Их нужно атаковать антителами, направленными конкретно против них и настроенными на их быстрый поиск. Вот почему медицинское сообщество спонсировало компании, ориентирующие потребителей и поставщиков медицинских услуг на принцип «вирус, микроб, бактерия – для каждого свое лечение».

Вот почему так важно перестать самостоятельно принимать антибиотики. При этом если ваш врач назначает вам двухнедельный курс антибиотиков, обязательно пропейте его до конца, даже если вы почувствуете себя лучше уже через пару дней. В противном случае, вы можете не добить болезнетворные бактерии внутри вас, они останутся в вашем организме и в результате смогут развить устойчивость к

антибиотикам. У них не будет полного иммунитета, но частичная резистентность к антибиотику перейдет к следующему поколению ваших микробов, и уже они станут устойчивыми к тому же самому препарату, которым несчастная, зараженная вами жертва попытается пролечиться. Так что не стоит мараться пособничеством врагу.

Все это происходит по законам того же самого эволюционного процесса, благодаря которому почти все существа и экосистемы дожили до сегодняшнего момента. Это модификация путем естественного отбора, и в данном случае она происходит в мире бактерий. Это еще одна жизненно важная причина для продвижения всеобщей грамотности в отношении науки: эволюция является вопросом жизни и смерти.

27. Неутолимая жажда альтруизма

Признаю, последняя пара глав книги получилась довольно мрачной и представляет эволюцию в таком виде, будто она собирается захватить нас силой. Насколько можно судить, эволюция не руководствуется разумом или планом. Она просто существует. Наше восприятие того, что эволюция может быть щедрой или злонамеренной, полностью основано на том, что мы думаем, будто мы единственные, кто оказались лучше всех, – такой подход к миру – вы только задумайтесь – вполне отвечает духу эволюции. Так что воспринимайте мое высказывание как полностью субъективное суждение, но я думаю об этом как о гораздо более счастливом сюжете. Я говорю о том, что приносит пользу всем нам: альтруизм, инстинкт, который заставляет нас присматривать друг за другом.

Рассмотрим пример из моего детства. Как и мой отец, я был довольно хорошим бойскаутом. Я отлично ладил и продолжаю ладить с лесами. Я могу срубить дерево, развести огонь, раздобыть пропитание, сделать деревянный каркас, соорудить укрытие и найти дорогу из леса через незнакомую территорию. Наряду с приобретением подобных полезных навыков, в задачу бойскаутов входили коммуникация и взаимопомощь в организации. Бойскауты должны были каждый день делать доброе дело, помогать кому-то, пусть даже совсем чуть-чуть. Один из моих нынешних девизов размещен на сайте billnye.com «Чтобы мир после вашего ухода стал лучше, чем было до вас, однажды вам придется убрать за кем-то его мусор». Я думаю, моими альтруистическими порывами я обязан своим маме и папе. Они сделали все возможное, чтобы оставить мир после себя лучше, чем он был. (Надеюсь, вы простите им мое появление. Моя мама всегда говорила, что папа был великим танцором, и я думаю, тут одно привело к другому.)

Когда я достиг работоспособного возраста, я стал волонтером в Научном центре Тихого океана в Сиэтле. По выходным я помогал передвигать коробки и выступал в качестве «толкователя науки» – и тогда и потом. Мне было просто приятно помогать кому-то. Навыки публичных выступлений, которые я там приобрел, стали залогом моей дальнейшей карьеры и привели к созданию этой книги. Я также был наставником в программе «У меня есть мечта»[12]. Оба этих юношеских занятия являются примером альтруизма, где энергия одного человека затрачивается на создание блага для другого. Мне нравится думать, что я делал свою работу

хорошо, но я всегда чувствовал, что я получаю от нее больше, чем посетители Научного центра или студенты ранним субботним утром. Позже я множество раз испытывал что-то подобное – преподавая в классе или проводя особенно удачную научную демонстрацию. Я утверждаю, что могу чувствовать это внутри себя и внутри других – этот тип альтруизма закодирован где-то внутри нас.

Религии часто проповедуют важность совершения дел ради других. Существует огромное количество некоммерческих организаций, которые продвигают идею служения ради блага наших соседей или блага тех, кому в этой жизни повезло меньше, чем нам. Если вы волонтер или избрали для себя путь служения ближнему, я предполагаю, что это дает вам возможность чувствовать себя довольно хорошо. Большинство из нас находят удовлетворение в оказании помощи другому. Большинство из нас чувствуют себя отлично, если считают, что поступили правильно. Так же, как вы и я, эволюционные биологи называют феномен совершения правильных вещей «альтруизмом», хотя они определяют его более строго. Это слово происходит от латинского *alter*, что означает «другой». Происхождение и природа альтруизма сегодня является одной из самых актуальных областей исследования в эволюционной науке.

В повседневной речи альтруизм означает бескорыстность, готовность помочь другому без ожидания какой-либо награды. В эволюционной биологии эта идея находит выражение в уравнении: индивид оказывает услугу, не получая либо получая совсем мало выгоды от этого. Это отношение можно записать очень просто: П < З (польза дающего меньше его затрат).

Предложение помощи всегда несет в себе некоторую затратность, неважно, чем она измеряется – временем, энергией или риском стать жертвой нападения. Меж тем получатель получает выгоду – например, немного еды или помощь в подъеме тяжестей, предупреждение о готовящемся нападении хищника, а даритель при этом пользы не получает, по крайней мере, очевидной и незамедлительной. Ученые, интересующиеся появлением этой тенденции у многих животных, включая нас, изучали альтруизм всеми возможными и интригующими способами. Многие из этих исследований курсируют вокруг главного вопроса альтруизма: для чего затратам преобладать над выгодой в битве за выживание?

На данный момент религии, как правило, утверждают, что корнем альтруизма является вера в высшую силу – что без определенного набора верований или вхождения в религиозную доктрину добрые дела в мире не совершались бы. По крайней мере, это моя интерпретация того, что я

принимаю за позиции многих организованных христианских религий. Однако, по моему мнению, как и по мнению многих ученых-эволюционистов, альтруизм широко распространен в природе. Он проявляется у таких животных, как, например, летучие мыши-вампиры и термиты.

Присмотритесь к летучим мышам-вампирам. Ночью они летают и охотятся на крупный рогатый скот. Они кусают корову или быка в шею и сосут кровь, насыщенную питательными веществами. Затем они возвращаются и с помощью сигналов определяют, были ли среди их товарищей те, кто сегодня ночью потерпел неудачу: летал-летал, но так и не нашел того, кого можно было бы укусить. В этом случае, мыши-вампиры, которым удалось найти пропитание, отрыгивают небольшое количество крови, которую они насосали, позволяя голодному сотоварищу подкрепиться. Может это и покажется вам вампирически жутко, но все это задокументировано, и это – часть мира мышей-вампиров. Тем не менее альтруизм в данном случае – довольно странный момент. Зачем эти летучие мыши так делают?

На первый взгляд, учитывая фактор выживания наиболее приспособленных, вы можете увидеть себя в роли благополучно отужинавшей мыши и заметить (или подумать): «Почему я должен помогать этой непутевой мыши, которая летала и слушала попсу вместо своих ультразвуковых эхолокаторов? Она не поела? Ну и пусть отправляется в пещеру!» Говоря мышиным языком: «Почему бы ей не поголодать сегодня ночью? Может, тогда она научится правильно летать и охотиться». Каким бы полезным ни был такой урок, мыши так себя не ведут. Когда одна мышь не получает достаточно пищи, другая помогает ей. Насколько мы можем судить, эти альтруистические летучие мыши никогда не ходили в воскресную школу. Это в их крови, чья бы она ни была. И исследования показывают, что подобный импульс имеет широкое распространение в природе.

Давайте предположим, что альтруистическое поведение в крови у всех млекопитающих. Скажем, у всех у нас, млекопитающих, есть достаточно общих родственных черт, чтобы можно было объяснить это. Где-то давным-давно в прошлом, возможно, в период вымирания динозавров, 66 млн лет назад, летучие мыши и люди имели общего предка, и эта группа (колония или племя) имела тенденцию помогать своим сородичам. И что на этом – все? Если бы мы нашли этого предка, смогли бы мы произвести некий анализ эволюционного происхождения альтруизма?

Наверное, нет, потому что альтруизм, скорее всего, восходит к еще

более древним временам. Я был в замечательном месте под названием Национальный памятник «Динозавры» (Dinosaur National Monument). Это на границе штатов Юта и Колорадо. Так вот один из их слоганов гласит: «Вы захотите остаться здесь навсегда… Динозавры уже остались!» Очаровательно, не правда ли?

Около 150 млн лет назад через это место, по-видимому, протекала река, и во время очень обильных дождей здесь всегда были огромные наводнения. Сотни животных смывало потоками вниз, так же как наши дома смывают огромные наводнения. Животные тонули и погибали в этой, если можно так сказать, мясорубке.

Если вы никогда не бывали здесь, вам лучше приехать и увидеть все своими глазами. Это просто удивительно. В 1915 году президент Вудро Вильсон проследил, чтобы этот район сохранили в качестве национального памятника. Сегодня здесь над основной частью раскопок, обнаруживающей множество костей динозавров и известной под названием Карьер Карнеги, сооружена огромная крыша. Но если побродить вокруг и хорошенько поискать, можно найти и другие древние фрагменты окаменелостей динозавров, создающие ощущение последствий гигантского потопа. Думая обо всех тех животных, которые, должно быть, жили в этом же районе вверх по течению, хочется узнать о том, как именно они жили. Были ли они дикарями без каких-либо родственных или территориальных связей? Или они были как мы с племенными отношениями и своими альтруистическими порывами? А может быть, у них были свои древние динозавровые ритуалы, такие как парады, дни рождения или пасхальная заутреня?

Я также путешествовал по Монтане и посетил там несколько раскопок с останками древних динозавров. Ученым пришлось постараться, но они смогли найти гнездовья динозавров. Некоторые из наиболее впечатляющих экземпляров были погребены под пеплом так называемого супервулкана близ Йеллоустонского национального парка. Гнезда здесь принадлежали утконосым динозаврам под названием *майазаура*. Необязательно разбираться в динозаврах, чтобы увидеть, что их гнездовья напоминают птичьи. Расположение яиц в гнездах *майазауры* указывает на то, что эти животные заботились о своем молодняке не менее внимательно, чем это делают современные птицы. Наблюдая за современными птицами, мы видим, что они также обнаруживают альтруистические тенденции. Некоторые виды, та же пресловутая кукушка, откладывают яйца в гнездах других птиц, которые, как правило, принимают чужих птенцов так же, как своих, и, видимо, *только потому*, что это правильно. Это удивительная

стратегия, которая использует альтруизм других птиц, а может, просто их куриные мозги.

Связь между динозаврами и птицами очень глубока. По сути дела, все современные птицы классифицируются как динозавры, и их происхождение прослеживается следующим образом: рептилии породили динозавров, к отряду которых относятся зауроподы, которые включают в себя птицеподобных динозавров (*Avialae*) – современных птиц. Как ни парадоксально, но наши птицы являются потомками динозавров, которые классифицируются как «ящеротазовые», а не как «птицетазовые». И это очередной каприз научной терминологии. Современные птицы имеют материнский инстинкт, как, вероятно, и древние динозавры, которые на современном эволюционном профессиональном жаргоне называются «*не птичьими*» (*nonavian*) (примечание: «не птичьи» – слишком скромный термин для таких некогда могущественных существ. Вы бы могли представить себе, что продавец автомобилей может продать вам «не автомобильный» грузовик? Н-да…).

Материнская забота о потомстве и альтруизм – это не совсем одно и то же, но многие из нас не раз отмечали по отношению к себе удивительную заботу со стороны матери нашего лучшего друга – просто потому, что мы были детьми, которых надо было покормить, напоить или покатать на аттракционах. Что движет ею в этом случае – материнский инстинкт или всеобъемлющий альтруизм? Если в понятие альтруизма включить материнскую заботу, то оно превратится в гораздо более широкий и древний эволюционный импульс. Очень многие виды, которые кажутся нам куда менее сообразительными по сравнению с нами, проявляют еще и отеческую заботу. Я как-то занимался дайвингом среди рыбок, которых называют ласточками Гарибальди. Так вот как только вы приближаетесь к их гнезду, самец подплывает и начинает мельтешить перед вами, пока вы не уплывете подальше. Я видел толпы дайверов, покусанных этими милыми рыбешками. Основываясь на одном этом опыте, я мог бы сказать, что, по крайней мере, отцовский инстинкт у рыб определенно имеется.

Существует много свидетельств тому, как некоторые рыбы помогают друг другу, хоть и весьма ограниченным способом. Давайте посмотрим на глазастую рыбу-белку и рифового губана (прежде чем продолжить, я бы хотел выразить свое восхищение перед человеческой фантазией, выдумавшей столь причудливые рыбьи имена. Рыба-белка? В самом деле? А губан – это что, такой важный надутый толстяк? Просто поразительно!). Рыба-белка постоянно приплывает в те места, где обитает губан. Эта крупная рыба позволяет маленькой рыбке объедать крошечных паразитов с

ее чешуи. Она даже запускает маленького губана к себе в рот, чтобы и его очистить от паразитов. Рыба-белка могла бы запросто проглотить губана, но она этого не делает. Оба этих вида имеют симбиотическое или взаимовыгодное соглашение. Но есть и еще кое-что!

Судя по всему, оба этих вида рыб распознают друг в друге индивидуумов. Каждая конкретная рыба-белка ищет определенного губана – они узнают друг друга с помощью своего рыбьего нюха. Они помогают друг другу также тем, что не отправляются на поиски какого-нибудь другого губана или другой большой рыбы-белки. Они гарантируют друг другу рабочие места. При этом альтруистическая составляющая заключается в том, что рыба-белка отгоняет хищников, охотящихся на губанов. Рыба-белка могла бы запросто позволить губану сгинуть в пасти большого и злобного хищника, но вместо этого она подвергает свою собственную жизнь опасности ради маленького губанчика. Поистине захватывающая ситуация.

Однако альтруизм имеет и свою темную сторону. Временами он требует принуждения, и это может повлечь за собой наказание. Вы когда-нибудь вредничали, только потому, что вам просто становилось от этого лучше? Вы когда-нибудь жаждали мести? Героиня потрясающего хита кантри-певица Кэрри Андервуд «Пока он не изменил» искренне радуется, когда расправляется с грузовичком своего бывшего дружка – разбивает фары, режет обивку сидений. Публика сходит с ума, когда она поет эту песню, – я сам видел!

Вы обращали внимание, что мщение может потребовать большого количества времени, усилий и энергии? Представьте, что кто-то сыграл с вами злую шутку – например, позвонил от лица крупной телевизионной компании и заявил, что шоу «Билл Най – научный парень» больше не будет сниматься – это разбило вам сердце, и вы буквально выпали в осадок на целую неделю (разумеется, этот пример вымышленный и используется исключительно для наглядности!). Узнав о том, что это был всего лишь знакомый ди-джей с радио, притворившийся телевизионным работником, вы начнете размышлять о том, каким образом вы можете превратить жизнь этого парня в сущий кошмар (естественно, ко мне все это не имеет никакого отношения). Пусть даже вы потратите кучу времени на то, чтобы изготовить фальшивые штрафные талоны за парковку и зарезервировать фальшивый номер фальшивой юридической фирмы, которая вышлет ему счет на тысячу долларов? Если вы все это проходили, значит, вы поддерживаете наше общество в равновесии, и именно это можно предсказать с помощью математических моделей эволюции.

Жажда мести будет требовать от вас определенных затрат: это отнимает время и к тому же это немного опасно – разбивать фары и кромсать сиденья. Вам придется потратить свои время и деньги на то, чтобы заказать поддельные квитанции, абонировать номер телефона или отправить фальшивые счета – но вы все равно это сделаете, потому что, заставив кого-то пострадать, вы почувствуете себя лучше. Такое явление получило название альтруистического наказания. Это оборотная сторона эволюционного альтруизма. Эволюционные ученые утверждают, что мстить тем, кто нас обидел необходимо, поскольку это имеет пользу для общества. Наши предки, не запрограммированные на мщение (например, поцарапать краску на двери машины, если застукала с соперницей), не смогли передать нам свои гены. Месть имеет эволюционное значение: она поддерживает справедливость, и именно поэтому мы не можем сопротивляться жажде мщения. Месть за нарушение общепринятых правил отвечает эволюционным интересам племени. Наказание альтруистично.

Исследователи провели множество тестов по оценке эффективности альтруистического наказания. В классических экспериментах участники групповой игры должны были распределить между собой деньги или очки. В результате игроки никогда не оставляли себе все ресурсы, по-видимому, опасаясь, что в противном случае другие игроки рано или поздно могут потребовать возмещения. Такое происходило во время каждого эксперимента. У нас есть сильная потребность отомстить или расквитаться с тем, кого мы считаем нарушителем, пусть даже месть потребует от нас финансовых, временных или энергетических затрат, и пусть для нас самих в этом не будет никакой очевидной выгоды.

Это еще один случай, на примере которого видно, что эволюция влияет не только на наше понимание, но и на наши ощущения. Благоприятная сторона альтруизма приносит пользу членам человеческого племени. Негативная сторона – альтруистическое наказание – держит всех нас в узде. Мы помогаем друг другу, когда можем, и от этого нам всем становится лучше. Мы поступаем нехорошо, когда нужно, и от этого нам также становится лучше, и, что еще важнее, это помогает поддерживать гладкую работу всей системы альтруизма.

Серьезной оговорки все эти эксперименты заслуживают из-за того, что они на самом деле – всего лишь тесты. Они зачастую упрощают ситуации реального мира при моделировании и наверняка упускают очень важные и значительные детали. А оговорки в отношении подводных экспериментов связаны с тем, что участие в них принимали обычные рыбы. Выяснить их мотивацию очень сложно. И хотя они постоянно двигают своими

челюстями, говорить на эту тему они отказываются, да и почерк у них ужасный.

В результате биологи стали играть в игры: точнее, они обратились к теории игр – системе мышления, которая анализирует поведенческие затраты и выгоды при определенных сценариях. Эти игры превращает идею эволюционных чувств в нечто конкретное и измеримое. Вот об этом мы сейчас и поговорим.

28. Игры, в которые играют виды

Мой старший брат Дарби отлично играет в карты и, как правило, всегда меня обыгрывает. На самом деле он обыгрывает многих. У него есть то, что обычно называют «чувством карты». Не считая карт, он интуитивно определяет количество сыгравших фигур, тузов, оставшихся в колоде, и вероятность того, какие карты находятся у меня или других игроков на руках. Возможно, моему брату нужно было стать эволюционным биологом, поскольку теории игр имеют особое значение для понимания естественного отбора и особенно для понимания альтруистических порывов, о которых мы только что говорили.

Самая известная эволюционная игра – «Дилемма заключенного», она была сформулирована в 1950 году математиком Альбертом Такером, который специализировался на так называемой теории игр. Игра идет следующим образом: предположим, полицией задержаны два соучастника преступления, и каждого из них ведут на допрос; в пределах воображаемой ситуации каждый может либо сообщить полиции, что преступление совершил другой парень (соучастник), либо может полностью взять вину на себя. Возможные последствия:

1) Первый задержанный отрицает какую-либо связь со вторым заключенным, его освобождают, но второму парню приходится брать всю вину на себя.

2) Они оба отрицают свою причастность к преступлению и оба попадают в тюрьму.

3) Они оба признаются в совершении преступления и оба получают лишь половину срока наказания.

Участвующих в игре людей помещали в различные условия, моделирующие эту ситуацию. Для имитации этой ситуации даже создавались компьютерные программы. Математики, специализирующиеся на теории игр, уже проанализировали дальнейшее развитие этого сценария. Каждый заключенный должен сделать выбор между отрицанием вины и ее признанием. Исход игры будет решен, как только второй заключенный сделает выбор: признание после того, как первый все отрицал, отрицание после признания первого, и т. д. Во многих версиях игры заключенные должны сделать выбор, прежде чем получат информацию о том, что выбрали их сообщники.

На первый взгляд может показаться, что самый лучший вариант для

любого из заключенных в этой игре – отрицать, отрицать и еще раз отрицать. В действительности же обнаруживается несколько иная тенденция. Если второй преступник отрицает, то первый признается. Если второй парень признается, то первый признается также. Зачем он признается, если другой парень уже сделал это? Подобное вряд ли можно ожидать от гипотетического заключенного, который заботится только о своей собственной судьбе. Оказывается, люди действительно каким-то образом предрасположены к сотрудничеству. Они склонны к альтруизму, прямо как рыба-белка и губан, о которых я говорил в предыдущей главе. Теория игр – это просто еще одна возможность увидеть методы, которыми эволюция привила каждому из нас альтруистические инстинкты.

Если вы действительно хотите как следует понять эти инстинкты, попробуйте проанализировать собственное поведение в некоторых мысленных экспериментах, моделирующих более реальные ситуации. Например, можно представить себе следующий весьма многосторонний сценарий, в котором существует и фактор опасности, и возможность спасения, и который, подобно дилемме заключенного, показывает, насколько сильно на наш выбор влияет наследственная эволюционная склонность к альтруистическим поступкам.

Предположим, что ваш дом или квартира горит. Вы находитесь дома вместе с вашим ребенком и вашей матерью. Представьте, что в этом поистине жутком сценарии вы можете спасти только кого-то одного. Вы можете вывести либо своего малыша, либо свою мать (кот и собака выбегут сами). Любой в данном эксперименте выберет свое собственное дитя. А теперь предположим, что речь о вашей матери и ребенке вашего брата. Опять все выбирают малыша. Теперь представим, что это ваша мать и чей-то *чужой* ребенок. Люди, как правило, все равно стараются спасти ребенка. Очевидно, мы склонны отдавать предпочтение ребенку, который вырастет и будет иметь своих собственных детей в будущем. Стремление сохранить особей, продолжающих род, часто перекрывает заботу о наших родственниках.

Этот эксперимент помогает при изучении природы и границ нашего стремления, направленного на спасение членов нашей семьи. В эволюционной биологии это стремление называется «родственным отбором». Мы изо всех сил стараемся сохранить или в данном случае спасти членов рода, к которому мы принадлежим, с характером отношений, влияющих на силу нашего стремления. Ученые сформулировали это в простом математическом выражении: В > З / Р (выгода больше, чем затраты, деленные на ваши родственные отношения).

Вся соль тут в том, что отношения – это дробь, основанная на объеме генетического сходства между вами и другим человеком; эта дробь называется Р-индекс. Ваш собственный сын или дочь появляются с Р-индексом 1/2, потому что половина его или ее генов исходят от вас. Ваш внук рождается с индексом 1/4. Таким образом, чем ближе отношения, тем больше пользы вы чувствуете от любых совершенных вами усилий, то есть от любых затрат. Это наблюдалось и фиксировалось в природе. Но есть и еще кое-что.

Как можно не любить и не уважать зеленых мартышек, у которых сестры, тети и все особи женского пола помогают заботиться о детях друг друга? Как можно не любить – и даже больше, чем мартышек, – красных белок, которые усыновляют чужих бельчат, если их отец и мать погибают? Родственный отбор, по крайней мере, для нас, людей, достаточно понятен и разумен с точки зрения эволюции. Однако, когда дело доходит до горящего здания, все несколько усложняется. Правая часть уравнения никогда не обратится в ноль: вы, как человек, всегда будете иметь тенденцию к спасению ребенка, даже если он не будет связан с вами никакими родственными узами.

Представляете, в семьях и семействах, где потомство воспитывается родственниками, то есть представителями своего же племени или стада, или стаи, дела будут обстоять гораздо лучше, а, значит, будет больше здорового потомства, которое будет продолжать давать потомство – детей и внуков, – чем в семьях, где потомство будет воспитываться менее заботливо. Даже некоторые виды креветок защищают свой молодняк целыми стайками.

Это удивительно, но пчелы ведут себя также. И муравьи, и термиты. В этих огромных сообществах подавляющее большинство особей не размножается. Они появляются на свет от союза матки-королевы и нескольких ее трутней. Их мотивацию биологи объясняют тем, что, поскольку эти особи имеют общие гены со своей королевой, ими движет мотивация, заложенная в глубинах ДНК, которая принуждает их любыми силами способствовать продолжению их рода. Вы наверняка читали или смотрели видео о том, как муравьи не останавливаются ни перед чем, чтобы пройти через лес. Возможно, вы сталкивались с потенциально смертельно опасным роем пчел, где каждая пчела была готова ценой своей жизни ужалить и таким образом прогнать вас. Это самоубийство ради общего блага. Что еще может толкать этих существ на такое поведение как не отношение организмов друг к другу? Это естественный отбор, обусловленный родством. Эволюционные биологи называют его

родственный отбор.

Биологи много писали о том, как эта теория игр и родственный отбор проявляются в жизни наших собратьев-людей. Я сам дядя и знаю, что пойду практически на все, чтобы сохранить жизнь и благополучие моих племянников и племянниц, и особенно их потомства, моих внучатых племянников. Это сумасшедшее чувство. Но я знаю, что это чувство есть, и я не могу его не учитывать. Думаю, это неплохо. Это заложено где-то в глубине меня и всех нас. Тот же самый вид «дядюшкиного» и «тетушкиного» поведения проявляется, например, и среди львов, в их прайдах. Дяди-львы часто превращаются в бета-самцов, становясь подчиненными, но в то же время полезными. Даже если они сами не являются родителями, на генетическом уровне они ощущают себя более чем вовлеченными в процесс выращивания потомства. Такова жизнь.

Но это еще не все. В то время как наш мысленный эксперимент распространялся на членов нашей семьи, наш родственный отбор распространяется на все человечество, как это и происходит у тех, кто готов спасти воображаемого ребенка ценой жизни своей матери, хотя Р-индекс ребенка в действительности будет ничтожно мал. В какой-то момент все человечество начинает казаться родственниками. Эта несчастная мама, скорее всего, больше не даст потомства, а у этого ребенка оно когда-нибудь появится. Своим окончательным выбором мы обязаны стремлению к выживанию вида.

Это не просто гипотетическая ситуация. Недавно произошел ставший очень известным инцидент, в котором пожарный в Хьюстоне, штат Техас, рискуя своей жизнью, направил лестницу своей пожарной машины в самое пекло горящего дома. Огромное недостроенное здание было охвачено огнем, и ветер раздувал пламя, которое плавило стены и перекрытия, словно горячий нож масло. Пожарный подобрался совсем близко к зданию, что позволило рабочему спрыгнуть с подоконника пылающего здания на лестницу. Через мгновение горящее здание обрушилось, превратившись в пылающее месиво и едва не накрыв собой двух мужчин. Этот инцидент был снят на видео.

Множество жителей Северной Америки наблюдали за тем, как один из этих парней, не будучи родственником другому, рисковал жизнью ради незнакомого человека. Мы все восхищались храбростью и самоотверженностью пожарного. Телеведущие попытались предположить, встретятся ли они как-нибудь вновь, чтобы вместе выпить пива, или так и разойдутся. Ни у них, ни у их зрителей не возникало вопроса о правильности действия пожарного и его команды. Разумеется, это было

правильно. Спасение жизни другого человека – это то, что мы делаем вне зависимости от того, родственники мы или нет. Развивая эту мысль, можно предположить, что те из нас, кто не спас бы жизнь другого, стал бы, наверное, изгоем в обществе. Вероятность найти себе мужа или жену у такого человека, завести потомство и передать свои жалкие гены в будущее будет гораздо меньше.

Альтруизм не является моральным или религиозным идеалом, и неважно, что могут говорить вам некоторые люди. Альтруизм – это важная биологическая составляющая нашего вида.

29. Драгоценные сигналы

Среди парней, занимающихся в тренажерном зале и тягающих «железо», ходит старая поговорка: «Подъем круче – девчонок больше». Для тех, кто не знаком с этим проверенным временем советом, поясню, что под подъемом подразумеваются специальные упражнения на бицепсы, которые мужчины наращивают с одной-единственной целью – стать привлекательными для женщин. Профессиональный тренер Джесс Рафальски подбирает такие упражнения под каждого своего клиента и определяет количество повторений в зависимости от конкретного веса и конституции человека. Пожалуй, он лучший тренер в Голливуде, и он предлагает такую мудрость: «Женщины могут говорить вам все, что угодно, но любят они мускулы». Моя сестра Сьюзен – дока в таких вещах, она уверяет меня, что это именно так. Похоже, дарвиновская концепция полового отбора жива-здорова и вовсю процветает в тренажерных залах [Северной Америки].

На самом деле ничего удивительного в этом нет. Наш вид склонен к такому поведению точно так же, как и любой другой вид, размножающийся половым путем. Человеческие самцы ищут самок, которые выглядят плодовитыми, – вероятно, поэтому человеческие самки постоянно увеличивают свои молочные железы, в отличие от всех других млекопитающих. Человеческие самки подыскивают себе мужчин, которые по их оценке хорошо подойдут для воспитания детей. Он должен быть достойным доверия самки, оказаться хорошим кормильцем и защитником. И в то же время он должен выглядеть так, чтобы никто не захотел встретиться с ним в темном переулке. То есть в первую очередь – смотри на руки.

Вероятно, этот интерес к работе над своим телом является пережитком древнего быта наших предков, обитавших в диких степях. Современный человек живет в городе (как и большая часть мирового населения в настоящее время), и ему редко приходится поднимать что-то особенно тяжелое. Ему не придется защищать свой дом или пещеру, свою жену от опасностей, подобных львам, тиграм и медведям. Вместо этого он должен быть достаточно сообразительным и старательным, чтобы уметь конкурировать с другими мужчинами за внимание женщин. Развитые мускулы более не являются залогом хорошей защиты и, конечно, благосостояния. Но кое в чем бицепс остается актуальным до сих пор.

Причина, по которой мужчины занимаются в тренажерных залах, может быть не связана с их желанием посылать сигналы женщинам; не исключено, что таким образом они посылают сигналы другим мужчинам. И эти сигналы требуют определенных затрат – будь то время, силы, энергия или другие ресурсы. И если вы когда-нибудь наблюдали, как парни занимаются в тренажерном зале, вы наверняка отмечали, что некоторые из них расходуют *очень много* ресурсов.

Когда животное выглядит сильным, оно таким образом посылает сигнал своим врагам и сородичам: «Я доминирую. Я достоин уважения. Не связывайтесь со мной!» Конечно, я несколько перефразировал их послание. Очень важно, что сигналы требуют определенных затрат. Чтобы сформировать рельеф бицепса, потребуется время и выносливость. Чтобы носить высокие каблуки, требуются силы и практика. Возможно, более объективно с точки зрения человеческой науки эта идея будет звучать так: если ты антилопа-попрыгун (или спрингбок), тебе понадобятся энергия и силы, чтобы подпрыгивать. Такие высокие и длинные прыжки на месте – обычное явление среди миниатюрных африканских антилоп, которое является хорошим примером стратегии сигнализации, используемой животными, не похожими на нас.

На просторах африканской саванны можно наблюдать развитие настоящей драмы – это противостояние хищника и жертвы. Большие кошки, такие как львы и гепарды, охотятся на зебр и антилоп ради пропитания. Когда антилопа-попрыгун чувствует неподалеку от себя смертельное присутствие большой кошки, она совершает резкий и очень высокий прыжок на месте. Но на это необходима энергия. Бедняжка может серьезно поиздержаться из-за этого.

Та к почему же животное, для которого каждая толика энергии и концентрации может стать решающей в борьбе за жизнь со львом, тратит свои силы и время на такие прыжки? По-видимому, таким образом антилопа хочет сигнализировать находящемуся поблизости хищнику о том, что она в отличной форме и готова бежать во всю прыть. Если вы большая кошка, то вам придется учесть это для разработки своей тактики нападения. Имейте в виду, подавляющее большинство кошачьих атак заканчиваются ничем. Большую часть времени кошки пытаются обогнать или перехитрить добычу, выслеживая и преследуя ее. Это вопрос жизни и смерти для обоих животных. Кошки не могут позволить себе тратить больше энергии, чем тратит антилопа. Бесполезные прыжки на месте в накаляющейся боевой обстановке кажутся нецелесообразными, если только не несут в себе важную и судьбоносную функцию передачи сигналов.

Рассмотрим павлина – воплощение драгоценного оповещения. Эти красавцы расхаживают и, что особенно удивительно для меня, как инженера, даже *летают*, волоча за собой свои огромные хвосты. С точки зрения полового отбора наличие большого ярко окрашенного хвоста понять нетрудно. Самцы выставляют свой хвост напоказ, привлекая тем самым внимание самки – павы. Они красуются, словно на подиуме, показывая интересующей их паве, что они здоровы и не имеют паразитов. Но эти демонстрации, похоже, имеют дополнительную, связанную с предыдущей, задачу. Павлин показывает паве свою силу и тем самым он дает понять другим самцам, что его не перетанцевать, не перелетать, не переухаживать и вообще не превзойти, этого нашего красавца! А для хищников такое поведение должно служить сигналом того, что наш павлин и хвост раскроет, и на самку наскочит, так еще и улетит, если хищник решит совсем распоясаться. «Ну что, хищник, съел?..» Ну конечно, я снова перефразировал.

Важнейшим элементом драгоценной сигнализации является то, что затраты должны быть ощутимыми, то есть реальными. Именно затраты являются основным признаком сигналов, адресованных хищнику или потенциальному партнеру. Антилопе нельзя притворяться. Вот представьте себе – наша антилопа в отличной форме. Она здорово прыгает и может скакнуть высоко вверх в любой момент. И вот львица выслеживает антилопу и неторопливо прокладывает свой смертоносный путь. Наша попрыгунья замечает хищника и начинает мастерски подпрыгивать; она делает отличный высокий прыжок и приземляется. Львица видит, что антилопа в форме и, скорее всего, догнать и съесть ее не получится; фыркнув, она отчаливает, оставляя антилопу в покое.

Теперь давайте предположим, что львица встречает другую антилопу и планирует полакомиться ею? Представьте, что эта антилопа прыгает лишь вполовину своих сил и при этом, что более важно, лишь вполовину того, чего ожидает от нее львица. Из увиденного хищник может заключить, что антилопа ранена, что она не способна скакать в полную мощь и, следовательно, может стать подходящей мишенью для атаки. Иногда прыганье в неполную силу тоже является стратегией. Антилопа может быть совершенно здоровой, но слабый прыжок, заманивающий львицу и провоцирующий ее на нападение, может подарить антилопе спасительные секунды и дать возможность ускользнуть. Правда, в этом случае наша героиня серьезно рискует. Львица может двигаться быстрее, чем предполагает хитрая антилопа, и тогда она вполне может окончить свой жизненный путь в пасти проворного хищника.

В этих сценариях (лишенных разнообразных усложняющих вариаций окружающей местности, как, например, направление ветра или другие факторы) важно учитывать, что наша подружка-антилопа может прыгать как угодно, но если лев думает, что может поймать антилопу, и оказывается прав, конечным результатом станет смерть попрыгуньи. Другими словами, антилопа должна быть в состоянии максимально хорошо проявить себя при улепетывании – она должна доказать, что может обогнать или перехитрить львицу и скрыться. Аналогичным образом, львица должна быть в состоянии поймать любую случайную антилопу, иначе бы антилопы вообще не парились по поводу львов.

Мне кажется, в таких прыжках, совершенных вполсилы, очень важно то, что они должны быть достаточно неоднозначными, чтобы заставить львицу засомневаться в способностях антилопы, – и тогда она возьмет паузу. Промежуточный сценарий действительно балансирует между концовками, в которых выигрывает либо хищник, либо беглянка.

Такой промежуточный вариант наводит меня на размышления о так называемом принципе гандикапа в эволюционной биологии. Это означает, что и трюк, и угроза должны быть подлинными и реальными для организма, который делает заявление о состоянии своего здоровья. Если антилопа будет скакать целыми днями, особо не затрачивая на это усилий, то львы, в конце концов, решат, что ее выходки никак не влияют на ее способность скрываться от погони. Охотника не проведешь. Конечно, судя по всему, такие прыжки очень утомительны. Они требуют от антилопы колоссальных усилий, и львица знает об этом. Хищник чувствует, когда антилопа выкладывается по полной. Как следствие, львица признает, что если антилопа может так высоко скакать и выставлять себя в таком выгодном свете, значит, по сути, она неуловима. Пережив миллионы таких ситуаций, это смертельное противостояние достигло идеального баланса.

В ситуации с хищником и жертвой, встречающимися на просторах саванны, речь главным образом идет о физических способностях обоих. Но точно такое же взаимодействие в разных интерпретациях разворачивается прямо у нас под носом – в человеческом обществе. Вы знаете старую поговорку «Жить не хуже других». Мы постоянно посылаем друг другу сигналы. Мы приобретаем титулы и материальные блага, чтобы другие осознавали нашу значимость или статус по отношению к любому представителю нашего общества. Мы все понимаем свои потребности. Это просто человеческий вариант павлиньих перьев или лосиных рогов, или гигантского воротника трицератопса, или любого другого из миллиона драгоценных сигналов, который подают или когда-либо подавали

животные.

Если кто-то приобрел новый телефон или газонокосилку, которая явно лучше, чем у вас, вы хотите то же самое. Достаточно сделать еще один крошечный шаг, чтобы почувствовать желание быть впереди, заставлять других людей хотеть того, что есть у вас. Это затратно для вас, но вы все равно посылаете сигнал – эволюционный сигнал – пульсирующий из глубины древних времен.

30. Генетически модифицированные продукты – это что за ГМО?

Если вы когда-нибудь будете в Солт-Лейк-Сити, штат Юта, я вам настоятельно рекомендую побывать на площади Темпл-сквер; она находится на Норс Мэйн-стрит, к югу от Темпл-стрит. Там можно увидеть памятник, воздвигнутый в честь события, которое некоторые верующие называют Чудом чаек: на вершине гранитной колонны помещена бронзовая скульптура, изображающая двух чаек. В 1848 году фермерские поля в штате Юта были атакованы бесчисленными стаями саранчи. По легенде, спасением от напасти стали калифорнийские чайки, которые прилетели и склевали большую часть насекомых. Местные жители, в основном представители мормонской религиозной секты, сочли это чудом. Теперь чайки являются государственным символом штата Юта, хотя ничего необычного в их присутствии в этом месте нет. Однако люди слишком серьезно отнеслись к этой истории с саранчой, видимо, потому что слишком велика была угроза, исходившая от этих насекомых. По некоторым данным, мормоны рисковали потерять годовой запас пропитания менее чем за неделю. Вот они и возвели этот монумент.

Сегодня фермеры в среднем теряют около 13 % своего урожая из-за насекомых. Это серьезные, очень серьезные потери. В 1990-е годы биологи занялись решением этой проблемы на совершенно новом, эволюционном уровне. Ученые разработали способы извлечения генов из одного вида и помещения их в генетический код другого – эта техника, помимо прочего, способна заставить вредоносных насекомых убивать самих себя.

Получившиеся таким образом организмы, которые мы употребляем в пищу, называются генетически модифицированными организмами – ГМО, а в контексте этой главы – генетически модифицированными продуктами (ГМП). Сегодня эти термины, вероятно, наиболее знакомы вам по этикеткам «без ГМО», которыми снабжаются многие органические продукты – в связи с опасениями, что генетическая модификация делает продукты небезопасными для употребления.

Генетическая инженерия – это своего рода искусственный отбор, но лишь немного отличающийся от традиционного разведения, которым занимаются фермеры, арбористы и заводчики собак. ГМО в конечном итоге несет в себе комбинации генов, которые не могли бы возникнуть в клетках

организма естественным путем. Ученые, вооруженные глубоким пониманием молекул ДНК, научились объединять гены тех видов, которые никогда бы не пересеклись в природе, видов, которые никогда не могли бы успешно (в дарвиновском смысле) разводиться селекционерами.

Мы идем по этому пути уже довольно долгое время. Вы когда-нибудь сталкивались с клонами? Вы наверняка думаете, что нет, но я удивлюсь, если вы на самом деле ни разу не видели их и не вкушали плодов клонирования. Почти вся клубника в мире созревает на ветках растений, которые в свою очередь с помощью побегов или «усов» (по сути, корневищ) отрастают от исходного (родительского) растения. Растения, появившиеся от этих «усов», генетически идентичны исходному растению. Такое потомство называют клонами – словом, берущим свое начало в греческом языке и обозначающим «ветвь». Большинство виноградных лоз культивируются аналогичным способом. Таким образом, вино также становится продуктом такого рода клонирования. Это не плохо по своей сути, особенно если вы любите хорошее каберне. Просто дело в том, что сегодня мы научились создавать эти клоны искусственно, без родителей или предков как таковых. Это еще одна область, в которой наука захватила контроль над геном, отобрав его у естественной эволюции.

Вы, возможно, слышали об овечке Долли – первом животном, клонированном искусственным путем. Она была создана в 1996 году путем помещения ДНК из клетки одной овцы в яйцеклетку другой. Это искусственно оплодотворенная яйцеклетка затем была помещена в матку овцы, которая и родила Долли. Другими словами, Долли была генетически идентичной своей матери, или, по крайней мере, последовательность генов в ее ДНК была абсолютно такой же, как и у ее генетической матери. Ее гены были независимы и не связаны с генами овцы, которая ее родила. Эта овца могла бы стать биологической матерью, но она ею не являлась, и мы называем ее суррогатной. Ученые обнаружили несколько убедительных доказательств того, что Долли, судя по всему, появилась на свет старой – с генетической точки зрения. На концах цепочек ее хромосом размещались некие химические вещества, называемые «теломерами», которые были короче, чем исследователи могли ожидать увидеть у новорожденного организма. Если бы не это, Долли могла бы считаться обыкновенной овцой. Она кстати родила шесть ягнят за три сезона, и ее потомки по сей день резвятся на шотландских холмах.

Чтобы создать Долли, ученые Института Рослин в Шотландии использовали ДНК только одной клетки молочной железы ее матери. Клетка, которая формирует тело организма, называется соматической.

Большинство ваших клеток соматические; единственным исключением являются стволовые и репродуктивные клетки. Говорят, что овечка Долли была названа в честь Долли Партон[13], которая помимо прекрасного голоса и отличного музыкального мастерства обладала примечательными молочными железами (я не шучу, ученые Рослин действительно рассказывали это журналистам). Процесс был чисто механическим. Исследователи использовали длинную, невероятно тонкую пипетку, чтобы поместить ДНК в яйцеклетку. Сделать это было нелегко. Долли является результатом 277 попыток имплантации, из которых соответственно 276 закончились крахом.

Несмотря на то что все это довольно сложно, этот тип генетической модификации или инженерии, по крайней мере для меня, относительно легко поддается пониманию. Мы берем ДНК из одного организма и физически или механически помещаем его в другой. Оба этих организма были овцами, то есть, по сути, они были одинаковыми существами.

Но есть и более тонкий способ генетической манипуляции, который ученые разработали в последние несколько лет. Это работа, которая привела к появлению ГМО.

Дело в том, что существует способ внедрения генов в организмы, не связанный с оплодотворением или прокалыванием клетки: чтобы овладеть им, генетики обратились к вирусам. Существуют определенные вирусы, например, заражающие растения. Ученые используют подобные вирусы, чтобы снабжать растения генетическими признаками на свой выбор. Сначала они подсаживают желаемый ген в вирус. Затем они инфицируют растение модифицированным вирусом, который в свою очередь внедряет этот ген в ДНК растения. Этот метод широко применяется в отношении кукурузы, сои, рапса, кабачков, свеклы, хлопка и папайи. В то же время ГМО вызывают разногласия, продиктованные двумя немаловажными причинами, одна из которых связана с бизнесом, а другая – с эволюцией.

Эволюционные проблемы связаны с результатом внедрения принципиально новых типов культур в окружающую среду. Например, ученые смогли выделить ген из почвенной бактерии под названием *Bacillus Thuringiensis*, обитающей в природе в районах произрастания кукурузы, и ввести его в само растение. Такая реконструированная культура, получившая название «кукуруза Bt», начинает производить химическое вещество, которое парализует работу пищеварительной системы европейского кукурузного мотылька, заставляя его гибнуть с голоду. Все, кого вы когда-либо встречали, наверняка ели пищу, содержащую этот ген – ген, ранее встречавшийся только в мире бактерий. Около 90 % кукурузы и

93 % соевых бобов, в настоящее время потребляемых в Соединенных Штатах, являются продуктом генетической инженерии; около 70 % производимой пищи включает в себя ГМО-ингредиенты.

Исследователи получили возможность производить сорта сои, рапса, бобов и кукурузы, которые позволяют культурам расти и процветать даже при использовании на них смертельного гербицида – глифосата. Поставщики сельскохозяйственных семян неплохо зарабатывают на этой особенности, которая в разы увеличивает объем фермерского урожая. Но если семена этих растений разносятся ветром по полям других фермеров, должны ли эти фермеры платить сельскохозяйственной компании лицензионный сбор? Подобные вопросы всерьез волнуют агропромышленные предприятия.

Нет сомнений, что генетическая модификация культур позволила фермерам удовлетворять нужды гораздо большего количества людей, лишь ненамного увеличив площади используемых земель. Снижение потерь от вредителей увеличило урожайность сельскохозяйственных угодий по сравнению со столетием назад почти на 30 %. Пока неясно, насколько именно, но, в принципе, кукуруза, которая производит свой собственный инсектицид, позволяет фермерам сократить количество распыляемых на своих полях токсичных химикатов. В связи со всем вышеизложенным генетическая модификация культур кажется великим делом. Но многие люди все равно выступают против такой практики.

Генетически модифицированные продукты питания – вопрос спорный, но таким он и должен быть. Если вы спросите меня, то я скажу, что мы должны прекратить введение генов одного вида в другой, но в то же время мы должны стараться извлекать максимальную выгоду из нашей способности понимать геном любого организма – растения, животного или гриба – для того, чтобы производить максимально полезные, экологически устойчивые пищевые системы. И вот почему: несмотря на то что мы точно знаем, что именно случится с тем организмом, который мы модифицируем, мы не можем быть уверены в том, что может случиться с другими организмами в экосистеме, служащей домом для модифицированного организма. Для меня это очень важно, хотя некоторые другие исследователи, похоже, ничуть не переживают на этот счет.

Давайте рассмотрим один хорошо изученный пример. Каждый год бабочка-монарх совершает экстраординарные перелеты из Канады в Мексику, покрывая расстояние в четыре тысячи километров. Появляясь на свет, еще будучи гусеницей, она питается листьями молочая (я уверен, что они вкусные, эти листья молочая). Глифосат, который фермеры,

выращивающие кукурузу, используют для уничтожения сорняков, тем самым увеличивая производительность полей, действует также и на молочай. Кроме того, была создана генетически модифицированная кукуруза, которая не реагирует на глифосат, а значит, позволяет фермерам использовать больше гербицида, вместо того, чтобы пропалывать свои поля. По сути, такая практика заодно уничтожает обширные зоны потенциального распространения бабочки-монарха. На данный момент продолжаются споры о том, действительно ли глифосат фактически влияет на сокращение популяции бабочки-монарха.

Но знаете… Есть и еще кое-что! Существуют заявления (по общему признанию, спорные) о том, что пыльца с генетически модифицированной кукурузы Bt, распространяющаяся на побеги молочая, могла спровоцировать заболевания гусениц бабочек-монарха. Если это правда, то генетически модифицированные растения влияют на бабочек-монархов с двух флангов одновременно! Что же делать промышленному сельскохозяйственному обществу, обладающему глубоким пониманием эволюции, но при этом обязанному кормить миллионы людей во всем мире? Предположим, некоторые модификации позволяют использовать меньшие количества пестицидов для увеличения урожая. Но ведь производство достаточного запаса пищи является насущной, я бы сказал жизненной необходимостью. Конечно, это довольно сложный вопрос. И тем не менее я все же предпочитаю оценивать ГМО с точки зрения экосистемы.

Рассмотрим еще один пример. Папайя, выращенная на Гавайях, восприимчива к вирусу, который вызывает появление на плодах темных круглых пятен. Такой вирус соответственно получил название «мозаичный вирус папайи» – сам он принадлежит к семейству *Potyviridae*. Ученые обнаружили, что, если поместить частицу ДНК вируса в ДНК папайи, папайя перестанет быть восприимчивой к инфицированию именно этим вирусом. Вам не нужно ничего знать о папайе или фруктах, или ГМО, или сельском хозяйстве для того, чтобы понять разницу между зараженным плодом папайи и здоровым. В нашем «животном» человеческом мозгу не возникает вопроса о том, какой из плодов выглядит более подходящим для еды.

Но тут есть небольшое дополнение к истории. Существует доказательство того, что папайя, не восприимчивая к мозаичному вирусу, становится несколько более восприимчивой к другому паразиту под названием грибок *Alternaria*. Также существуют свидетельства того, что некоторые люди, не обнаруживая аллергии на плоды естественных,

немодифицированных растений, по-видимому, имеют аллергию на генетически модифицированную папайю. Другими словами, здесь все очень сложно. Но иначе и быть не может, если меняешь исходные данные в экосистеме. Эволюция сама по себе сложная штука.

К осторожному обращению с генной инженерией нас также обязывают некоторые культурные и экономические причины. Конкретный пример: ученые успешно вывели определенный сорт помидора, который был гораздо меньше подвержен утренним заморозкам, нежели обычные помидоры. Они добились этого путем выделения генов у рыбы – зимней камбалы – и внедрения их в гены помидоров. Этот вид рыб довольно часто встречаются у берегов США и Канады и может спокойно переносить очень низкую температуру воды. Ген рыбы помог помидору справляться с очень холодным воздухом. Это само по себе замечательно и следует отдать должное нашему глубокому научному пониманию ДНК и осознанию тех последствий, которые могут проявиться при взаимодействии модифицированного организма с окружающей средой. Но все-таки есть в этом что-то странное и неестественное, когда гены рыбы соединяются с генами овощей, и в данном случае помидоров. Никто не рискнул питаться такими помидорами, так что от этой разработки пришлось отказаться.

Допускаю, что это могла быть интуитивная реакция невежественных потребителей. Эмоциональные реакции не обязательно отражают научную реальность, и это проявляется во всем, от креационизма до движения против вакцинации. Однако в данном случае я думаю, что наука и эмоции находились по одну сторону баррикад. Существуют очень веские научные основания для весьма осторожного обращения с ГМО, и все они тесно переплетаются с экономическими причинами. Пока не ясно, окупятся ли инвестиции в ГМО. Я, например, не уверен, что исследования ГМО должны финансироваться за счет налоговых сборов. В конце концов, именно повсеместность кукурузы и кукурузного сиропа способствовала созданию удручающей ситуации в развитых странах мира, особенно в США, где плохо питающиеся люди страдают ожирением.

Вот один пример того, как переплетаются между собой наука и экономика. Независимо от того, как вы относитесь к фастфуду, независимо от того, насколько целенаправленно вы избегаете жиров и углеводов, картофель фри был и остается очень вкусным. Именно картошка фри притягивает меня как магнит и влечет к ресторанам «Макдоналдс», и я знаю, что я не одинок в своем неизменном пристрастии. Компания «Макдоналдс» исследовала возможность спонсирования исследований генетической модификации картофеля, которые сделали бы их картошку

фри еще более вкусной и еще менее затратной с экономической точки зрения. Речь шла о картофеле сорта *New Leaf*. Компания опросила своих клиентов, задавая вполне конкретный вопрос: «Если бы наш картофель фри стал еще лучше, но при этом он был бы произведен из генетически модифицированного картофеля, стали бы вы любить его как любили прежде, или, может быть, полюбили бы еще больше?» Ответ был ошеломляющим: «Нет!» Так «Макдоналдс», крупнейшая в мире сеть ресторанов быстрого питания, решила не финансировать разработку генетически модифицированного картофеля.

Это решение, по сути, похоронило исследования, связанные с ковырянием в картофельных генах, на какое-то время. Прямо сейчас, на момент создания моей книги, «Макдоналдс» занят новой дискуссией на тему ГМО, на этот раз связанной с иной модификацией картофельных генов. Некоторые гены, которые могут приводить к появлению канцерогенов при приготовлении, можно «приглушить» или выключить с помощью генетической инженерии. Как и в прошлый раз, специалисты по генетической модификации считают, что их картофель является безопасным для употребления. На мой взгляд, мы все еще не можем знать, как это отразится на экосистемах. Возможные последствия немало меня смущают.

Я считаю, что из недавнего опыта человечества с ГМО можно извлечь два важных урока. ГМО могут быть полезными в краткосрочной перспективе – для подъема нашей пищевой индустрии, и они могут сделать определенные продукты доступными для людей, которые иначе никогда бы не смогли наслаждаться этой пищей; но мы не знаем – мы не можем знать – всей картины. Я имею в виду, что мы с большой вероятностью *можем* определить, что будет происходить с модифицированным организмом, например с кукурузным початком, соей, рапсом, папайей и помидором. Но мы просто *не можем* знать наверняка, как ГМО отразится на экосистеме. Мы просто не можем знать, что произойдет с популяцией бабочек или летучих мышей, которые питаются бабочками, или с популяцией блох, которые переносят полчища бактерий, которые держат под контролем численность популяций летучих мышей, и т. д., и т. д.

Экосистемы формируются посредством восходящей модели эволюции. Природные системы появляются на протяжении тысяч веков; они становятся все более и более сложными. Создавая организмы по нисходящей модели, создатели, генные инженеры и ученые имеют очень неплохие (а точнее, очень плохие) шансы пропустить что-то небольшое, но очень важное. Так что для меня наши решения относительно ГМО

напрямую связаны с эволюционной теорией.

В целом природные системы слишком сложны для нас, чтобы мы могли предсказать последствия внедрения генов одного вида в другой. Вместо этого мы должны сосредоточить наши усилия по модификации продуктов на самих продуктах в пределах вида. Гибридизация пшеницы – отличная практика, покуда она проводится в пределах пшеницы, то есть в рамках, которые сама эволюция испытывала на протяжении миллиардов лет.

Для меня есть еще один важный аспект темы ГМО. Когда мы расчищаем миллионы гектаров или акров земли и наводняем их пестицидами, окружающая среда травмируется, но этот ущерб потенциально обратим. Если мы прекратим использование этих химических веществ, экосистема, вероятно, восстановится. Но восстановится ли она, если мы введем новые виды, которые не появились бы в результате естественного или гибридного разведения? Восстановится ли природа после негативных последствий, которые организм может нанести окружающей среде? Сложно сказать. Я бы предпочел ошибаться в безопасную сторону, но не потому, что я против корпораций или против прогресса (совсем даже нет!), а потому, что я осознаю, что предсказать исход совершенно невозможно.

Что же с теми ГМО, которые уже существуют? Ну, нам придется жить с ними. Они уже интегрировались в свою экосистему и даже в свои антропогенные экосистемы. Время и сама эволюция разберутся с полезными и вредными генными ответвлениями в пищевой промышленности; все равно никакого очевидного способа обратить эти изменения не существует. Между тем, вместо того чтобы продолжать наши поиски исключительных генов для создания огромных объемов еды – больше, чем необходимо для развитого мира, – давайте оптимизировать наши методы ведения сельского хозяйства, чтобы создавать здоровую пищу для всех нас, во всем мире.

У нас достаточно хорошей еды. Нам просто нужно найти способы привлечения к более здоровой пище максимального количества людей. Если уж мы сами можем расставлять приоритеты, то давайте выберем именно этот аспект.

31. Клонирование человека – это не круто

Если в случае с сельскохозяйственными культурами генетическая инженерия просто изумляет, то мысли о применении тех же принципов к человеку способны попросту вскружить голову. Теперь у нас есть возможность, минуя естественный отбор, применять очень точные методы искусственного отбора к себе. Но и это еще не все: ученые достаточно много знают о человеческой ДНК, чтобы они могли, в принципе, клонировать человека, минуя миллиарды лет эволюции полов. Оснований для восхищения по поводу таких достижений предостаточно, но знаете, клонирование человека к ним не относится.

Конечно, я понимаю. Многие из нас так хотели бы успевать делать как можно больше каждый день: больше хлопотать по мелочам, больше ходить по магазинам, больше сочинять, больше работать, больше тренироваться, и т. д. К тому же это очень популярная тема сегодня – самоклонирование (мне кажется смешным, что люди, которые говорят, что не верят в эволюцию, нередко выступают против клонирования не потому, что они сомневаются, что это будет работать, а потому, что боятся, что это будет работать слишком хорошо). Но если вы когда-либо рожали, наблюдали рождение ребенка или просто смотрели фильм про роды, вы понимаете, что клонирование людей гораздо сложнее, чем это изображается в рекламе центров финансового планирования и на семейных грузовичках. На самом деле это не только очень сложно, но и совсем не то, чего бы каждый из нас действительно хотел. Клонирование не даст ни идеальной копии, ни мгновенного результата.

В мире растений клонирование происходит достаточно просто. Вспомните клонированную клубнику и виноград. Бананы и картофель также выращиваются из клонов. Черт побери, вы даже можете найти в Интернете руководство по клонированию конопли. Клонирование млекопитающего, любого млекопитающего – это создание другого животного. Но с 1996 года, начиная с овечки Долли, ученые знают, как можно сделать и это. Они сумели обойти эволюцию и ее упорное предпочтение половому размножению. Клонирование позволяет избежать вариаций, которые по сути являются побочным эффектом природной селекции, заменяя их совершенной генетической предсказуемостью… по крайней мере, в теории это выглядит так. На данный момент ученым удалось клонировать около двух десятков различных видов. Человека пока

никто не клонировал – по крайней мере, никто в этом еще не признался, – но процесс, несомненно, должен быть таким же, как и в случае с Долли.

Сначала берется клетка одного животного и извлекается его ДНК. Затем ДНК помещается в яйцеклетку другого животного. Если процесс пошел – в большинстве случаев этого не происходит, – яйцо принимает ДНК и выходит, как будто оно было оплодотворено. Эта оплодотворенная яйцеклетка размещается в подходящем хозяине. Затем протекает стандартный период беременности, наступают роды, и – хлоп – новорожденный малюсенький клон получает по попке. Затем пару десятилетий клона растят, холят и лелеют, вплоть до его совершеннолетия. А потом получают в ответ: «А я вас не просил меня клонировать!»

Противопоставьте такой сценарий рекламным или полнометражным научно-фантастическим фильмам. В художественной литературе клон, как правило, появляется в качестве уже полностью сформированного взрослого. Вы хотите себя размножить – вы просто берете и каким-то образом делаете еще одного взрослого человека. В реальном мире такое невозможно. Никто не знает, как заставить ребенка взрослеть быстрее, чем обычно. Ведь тогда также встает незначительный вопрос «природа или воспитание», то есть соотношение в человеке врожденного и приобретенного. Разве можно вырастить, скажем, четверых детей совершенно одинаковыми? Спросите любого, кто растил близнецов или даже встречался с близнецами. И еще более непонятно, как можно вырастить клона таким же, как и вы сами? Мы все зависим не только от наших генов, но и от того, что с нами происходит.

Теперь представим себе, какова может быть судьба клонированного человека. Предположим, некто в какой-то момент счел себя настолько важной персоной, что решил себя клонировать. Так или иначе, кому-то удалось извлечь ДНК из клетки этого человека и имплантировать ее в утробу суррогатной матери (я читал статьи о женщинах, вынашивающих чужих младенцев за гонорар, сравнимый с ценой роскошного автомобиля). Когда этот ребенок появляется на свет, он с генетической точки зрения оказывается на шаг позади своих современников. Этот ребенок не будет обладать генетическим преимуществом нового сочетания генов, коим обладают другие, неклонированные организмы. Клон обошел бы эволюционный механизм полового размножения.

То, что клон отстает, – это очень важный момент. Клон отстает во времени, в генетике и в эволюции. Если бы люди остановились и лишь задумались об этом, никто всерьез даже и не думал бы о клонировании человека. И тогда наши законодатели могли бы успокоиться со своими

нашумевшими законами против исследований клонирования в Соединенных Штатах и занялись бы своим делом. Это, в свою очередь, позволило бы ученым-медикам в США провести некоторые базисные исследования природы генезиса клеток, которые могут привести к новым методам лечения и в результате улучшить качество жизни людей по всему миру.

Есть люди, которые возражают против вмешательства в яйцеклетку и сперму человека, – в своих протестах они, как правило, опираются на Библию. Например, существует твердое убеждение, что жизнь начинается в тот момент, когда яйцеклетка принимает сперматозоид, то есть оплодотворяется. Но это не совсем то, что происходит, или, точнее, не совсем то, что должно происходить. После того как яйцеклетка приняла сперматозоид и его Y-образную или X-образную хромосому, она должна закрепиться на стенке матки. Если этого не произойдет, то никакого ребенка не зародится. После прикрепления к стенке матки оплодотворенная яйцеклетка принимает форму перевернутой чаши и в ней начинается формирование трех слоев. Это гаструляция, и если вы включите воображение, то увидите, что эта чаша по форме напоминает часть кишечника[14].

Откровенно говоря, никто ни в одной церкви никогда не смог бы рассуждать о том, жизнеспособна яйцеклетка или нет, не будь на Земле ученых с микроскопами, которые досконально изучили и яйцеклетку человека, и процесс ее оплодотворения. Некоторые церковные специалисты продолжают утверждать, будто знают, что яйцеклетка делает после своего оплодотворения; вполне возможно, это тот случай, когда недостаток знаний может стать опасным.

Я говорю об этом потому, что наши законодатели тратят уйму времени на официальные заседания и обсуждения законопроектов, посвященных оплодотворенным яйцеклеткам и их предполагаемой равноценности живым людям. На этих представлениях, судя по всему, основаны целые ответвления организованной религии. Ожесточенные споры разворачиваются по поводу роли и значения оплодотворенной яйцеклетки до гаструляции – ее тоже приравнивают к человеку. Верно это или нет, пока нельзя сказать наверняка.

Я надеюсь, это даст некоторым из нас возможность остановиться и подумать о том, что оплодотворенные яйцеклетки регулярно покидают тело женщин. Попросту говоря, оплодотворенные яйцеклетки, в которых не начался процесс гаструляции, напрямую попадают в канализацию. Так неужели женщины, у которых образуются эти клетки, должны быть

привлечены к ответственности за нарушение законов, пролоббированных церковью? Их будут судить за непроизвольное детоубийство? А их мужья, чьи сперматозоиды, возможно, не были достаточно активными, чтобы довершить начатое? Наука предельно ясна; а определенная мораль, взращенная церковью, отражает понимание, которое в лучшем случае печально, а в худшем случае – просто невежественно. Вероятно, нам следует в уголовном порядке преследовать людей, которые поддерживают эти взгляды и тем самым подрывают нашу экономику, поскольку напрямую способствуют отправке медицинских пациентов за границу, где те тратят огромные суммы денег на процедуры, связанные с яйцеклетками, оплодотворением и прочим, ибо там они разрешены и доступны.

Понимание процессов, которые приводят к появлению детей и затем подростков, которые потом будут изучать алгебру, физику и географию, берет свое начало в фундаментальных научных исследованиях. А не из древних текстов или Писания. Без фундаментальных исследований эти странные дискуссии и эти непонятные законы, направленные на контролирование того, что происходит в утробе женщины, были бы невозможны. Мы ведем дискуссии, основанные на многовековой истории научных открытий. Возможно, более обоснованный подход избавит в первую очередь от необходимости этих дискуссий.

Существует фундаментальное различие между научными исследованиями оплодотворенной яйцеклетки и исследованиями клонирования человека, хотя эти вопросы зачастую объединяются. Но разделять их и объяснять, почему клонирование человека – плохая идея, очень сложно в стране, где многие люди все еще закрывают глаза на уроки, извлеченные из эволюции. Даже наших выборных лидеров нелегко было уговорить повременить с радикальными решениями таких вопросов. В ближайшие годы мы увидим, поможет ли им знакомство с фактами принимать этически обоснованные решения.

В вопросе этичности идеи клонирования человека есть еще один более важный фактор. Конечно, техника явно имеет большие перспективы, но и она может быть слишком агрессивной или просто непонятной для многих из нас. Обратите внимание: в последние годы ученые-медики занимались исследованиями, посвященными стволовым клеткам. Это клетки из оплодотворенной яйцеклетки или яйца млекопитающих, которые делятся, делятся и превращаются в клетки вашего организма. Люди часто говорят о «чуде» рождения. Ну, по понятиям природы это, может быть, никакое и не чудо. Ведь животные регулярно делают это на протяжении сотен миллионов лет; как бы то ни было, для меня это все равно совершенно

удивительно.

После того как яйцо оплодотворяется и ему удается прикрепиться к стенке матки, происходит гаструляция (образуются три слоя клеток), а следующим ключевым этапом является развитие бластоцисты – мешка или сферы из всего 150 клеток, произведенных в результате нескольких делений одной-единственной клетки – оплодотворенной яйцеклетки. Эти клетки будут продолжать делиться, чтобы в результате стать дельфином, опоссумом или человеком.

При размышлениях о самоделении и самоорганизации стволовых клеток в бластоцисте на ум приходит вопрос: если опытный исследователь может извлечь стволовые клетки, не может ли он спровоцировать новый или восстановительный рост у человека, нуждающегося, например, в замене органа? Это может показаться немного жутким, по крайней мере, на первый взгляд, но именно это было предложено делать путем сбора яйцеклеток и оплодотворения их в лабораторных условиях – то, что мы проводим сейчас для экстракорпорального оплодотворения. Квалифицированные технические специалисты пару дней наблюдали бы за делением яйцеклетки, а потом просто извлекли бы из нее стволовые клетки. Затем их можно использовать, чтобы помочь жертве автокатастрофы вырастить нервные клетки позвоночника. С помощью таких клеток человек с травмой спинного мозга, полученной в результате катастрофы, мог бы заставить свое собственное тело выращивать новые нервные окончания и таким образом вернуть себе способность ходить. Это может показаться странным или диким, но сравните это с разрезанием человека для помещения новых сердечных клапанов или титановых штифтов. Поистине более чем агрессивные процедуры, которые стали обычным явлением в развитых странах мира.

Когда дело доходит до работы с человеческими яйцеклетками, то они часто извлекаются и забраковываются; и это тоже является частью экстракорпорального оплодотворения. Есть много глубоко религиозных людей, которые возражают против этого. Для меня их аргументы кажутся капризом. Огромное количество человеческих яйцеклеток исчезают неоплодотворенными – бесчисленные бесплодные яйцеклетки каждый день выбрасываются женскими организмами по всей Земле – и так было на протяжении всей истории человечества. Представьте себе религиозное обязательство, согласно которому семя каждого одуванчика должно достигать бутона другого. Мы бы жили тогда в мире одуванчиков. Я просто хочу напомнить, что неоплодотворенные яйца, бесплодные семена и нереализованный потенциал являются частью всей картины

воспроизводства и, будь то к лучшему или к худшему, являются общепринятым укладом жизни. Это фундаментальное понимание того, что живые существа создают избыточное количество яиц и спермы – больше, чем может выжить, – восходит к исследованию Дарвина, посвященному конкурирующим популяциям, и занимает видное место в любой биологической или эволюционной концепции. Для меня именно это и делает каждого ребенка таким драгоценным – *после* того как яйцо успешно завершило свое развитие и на свет появился младенец, а не *до* того, как сперматозоид хотя бы очутился в его матери. Моя точка зрения отличается от позиции многих людей, потому что она основана на жизненных фактах, а не на предположениях.

В 2005 году я со своими сотрудниками побывал в лаборатории Ганса Кейрстеда (тогда работавшего в Калифорнийском университете в Ирвайне), где лабораторных крыс накачивают седативными веществами и умышленно травмируют. Им ломают спины, и когда они пробуждаются от наркоза, их тела оказываются частично парализованными. Конечно, подобный вид медицинских исследований многие из нас считают достаточно неприятным. Но посмотрите на результаты – они просто удивительны. Через некоторое время после нанесения травмы в позвоночник крыс вводили стволовые клетки человека. Они были выращены из менее чем десяти штаммов стволовых клеток, хранившихся на протяжении десятилетий с тех пор, когда исследования стволовых клеток еще проводились иначе. Эти стволовые клеточные линии были продолжены и выращены в исключительных, строго контролируемых лабораториях. Наряду с человеческими стволовыми клетками, крысы получали лекарства, которые используются для предотвращения отторжения рецепиентом донорских органов.

Через несколько дней крысы уже могли двигать задними конечностями. Через несколько недель они стали хорошо ходить и восстановили контроль над своим кишечником. То есть после травмы позвоночника они страдали недержанием (даже для крыс это может быть страданием). После тщательного обследования было обнаружено, что нервы в позвоночнике крыс в значительной степени восстановились. Они заново вырастили свой позвоночник в своих собственных спинах. Это просто удивительно. Эти результаты имеют огромное значение для человеческой медицины и сулят большие перспективы. Точнее, могут сулить.

Дело вот в чем: технология извлечения стволовых клеток из оплодотворенной и растущей человеческой яйцеклетки идентична, по

крайней мере на данный момент, способу, с помощью которого мы можем имплантировать соматические клетки ДНК в яйцеклетку, чтобы начать процесс клонирования. Это та цепочка рассуждений, которой все мы должны следовать и на ее основе формировать свое мнение, ибо как только техника становится все более точной в части исследований, проводимых на животных, появляется возможность проведения аналогичных исследований на человеке. Но обязательно ли это? Как провести четкую грань между дозволенной терапевтической практикой и сомнительной технологией клонирования человека? Это повод задуматься всем нам, налогоплательщикам и избирателям.

Поскольку в процессе формирования стволовых клеток участвует бластоциста, ученые ищут способ выращивать их не из яйцеклетки (которые, в принципе, могут перейти в жизнеспособный плод), а изолированно и из клетки, взятой из другой части человеческого организма. Возможно, в один прекрасный день регенерация клеток органов или нервных клеток станет возможна и получит такое же широкое распространение, как замена тазобедренного сустава. Если вы размышляете о возможной потенциальной экономии от того, что тело пациента само сделает всю работу, в сравнении с затратами на высокотехнологичные протезы, использование собственных стволовых клеток пациента для такого рода улучшения качества его жизни может стать неким этическим императивом.

Размышляя об этом исследовании и потенциальном расширении использования стволовых клеток человека в медицине, имейте в виду, что исследования на крысах и других животных возможны лишь потому, что все мы похожи. Это прямое доказательство эволюции. Мы имеем так много общего с нашими родственниками, плацентарными млекопитающими, потому что все мы около 70 млн лет назад произошли от одного общего предка. Наше знание о медицине, типах крови, центральной нервной системе и о том, откуда мы в конечном счете появились – все это прямые следствия нашего знания об эволюции.

Если бы у нас не было общего предка, если бы у нас не было общих черт в цепочках ДНК, если бы все мы не произошли от исконных организмов, то любая наука о жизни, все живое, что мы видим в природе, было бы куда более загадочным и непонятным. Тот факт, что важное открытие эволюции было совершено лишь полтора века назад, демонстрирует мне, насколько мы все еще примитивны. Мы еще только начинаем пользоваться нашими знаниями о живых существах, накопленными в ходе изучения естественного отбора, для того чтобы стать

более сострадательными к нашим ближним и лучше относиться к Земле. Нас ждет еще очень и очень долгий путь. Все-таки очень интересно об этом размышлять.

32. Цвет нашей кожи

Мое начальное школьное обучение пришлось на 1960-е годы, и потому уже тогда я был весьма осведомлен в вопросе рас и расизма. Вашингтон, округ Колумбия, тогда был во многом расистским городом. Это ужасная атмосфера была всего лишь обычной составляющей той жизни. Я мог слышать об этом, даже не вслушиваясь. Эта тема шла фоном в оживленных ресторанах, наряду со звоном и бряцанием посуды. Я также видел, что происходило вокруг. Заголовки газет описывали известных людей, убитых из чисто расовых соображений. В то же время движение за гражданские права вызвало радикальные изменения в законодательстве и общественных настроениях. Все это глубоко повлияло на меня. Сегодня мне легко понять, что истоки расизма лежат на поверхности. Ни в чем ином силы эволюции, сформировавшие наши общества, не проявляются более заметно, чем в цвете нашей кожи. Удивительно, что цвет кожи значит совсем не так много, как об этом думают люди.

Я немного путешествовал по всему миру (в основном потому что я часто посещаю Международный конгресс астронавтики, который каждый год проводится в новом месте). Так вот в поездках я, по крайней мере, узнал, что люди имеют гораздо больше общего, чем разного. В эволюционном плане мы все практически одинаковы. ДНК каждого из нас совпадает на 99,9 %. Я могу доказать это. А еще лучше – докажите сами. Как вы думаете, что произойдет, если мужчина из Скандинавии женится на женщине из Восточной Африки и с удовольствием начнет выполнять свои супружеские обязанности? У них запросто может родиться ребенок. И этот ребенок будет человеком. Этот союз не произведет на свет никого, кроме человека.

Существует только один вид *Homo sapiens*. У всех у нас общий предок. Может быть, с этим и связан миф об Адаме и Еве, живших в райском саду. Если хорошенько подумать об этом и увидеть, что все мы чрезвычайно похожи друг на друга, то можно прийти к выводу, что вы, я и все, кого мы когда-либо увидим, произошли от одной изначальной пары людей. Автор или авторы Книги Бытия, следуя логике, возможно, пришли к точно такому же выводу, а это значит, что они задумались об этом. Все люди и каждый из нас определенно имели общего предка. Иначе как все мы могли бы принадлежать к одному виду, который продолжает так эффективно размножаться? Сегодня в мире более семи миллиардов нас – болтающих,

флиртующих, набирающих SMS.

Несмотря на эту логику, люди разных племен или из географических регионов враждовали друг с другом, не доверяли друг другу и запрещали браки друг с другом на протяжении тысячелетий. Во многих случаях поводом для этих конфликтов служил цвет кожи. Это вызывает интригующий эволюционный вопрос: если мы все одного вида, почему цвет нашей кожи так разительно отличается? Связан ли цвет кожи с более глубокими отличиями между различными группами людей? Или можно перефразировать – действительно ли расы существуют?

Вот короткий ответ: нет. Цвет кожи – это крошечная, недавняя и мимолетная особенность человеческой генетики. Одна из передач цикла «The Eyes of Nye»[15] была посвящена этой проблеме. Я стоял в поле в окружении нескольких десятков коров и быков. Я отметил, что цвета этих животных варьировались достаточно широко. Там были черные, белые, коричневые коровы разных оттенков, и они не проявляли никаких признаков дискриминации. Они паслись, не выказывая предпочтения какой-либо цветовой окраске. Казалось, что расизм не имеет к ним никакого отношения; они все принадлежали к одному виду. Так же и мы. Раса, в общепринятом понимании, – это иллюзия. Но не верьте мне на слово. Давайте посмотрим, что скажут нам два столетия эволюционных исследований.

Первое место, куда нужно обратиться за ответом, находится на коже наших ближайших родственников приматов. Как только наше понимание ДНК выросло, мы пришли к выводу, что у нас с шимпанзе около 98,8 % последовательности генов общие. Это служит ярким подтверждением того, что шимпанзе и человек имеют общего предка.

Кожа шимпанзе очень светлая, Вы можете сами это увидеть на их милых щечках и подбородках. Таким образом, можно было бы ожидать, что у людей должен быть примерно такой же цвет кожи, как и у генетических кузенов. Но за некоторым исключением это не так.

Антропологи во всем мире искали окаменелости наших предков. И они нашли их: десятки родственных человеческих и почти человеческих (мой бывший начальник?) черепов и других костей, которые указывают на то, что человечество зародилось в Восточной Африке. Именно здесь мы находим наибольшее генетическое разнообразие среди людей на сегодняшний день, и именно здесь мы обнаруживаем древние окаменелости и старейшие свидетельства человеческой деятельности. Если мы все произошли от предка, родственного шимпанзе, то, значит, все мы начали с кожи примерно одного цвета? Ископаемые кости не могут нам

ничего поведать. По крайней мере, способ извлечь информацию о цвете кожи, некогда покрывавшей эти кости, мы еще не изобрели.

Поскольку окаменелости не дают ответа, ученые развернулись и постарались понять адаптивную функцию цвета кожи с эволюционной точки зрения. Совершенно очевидно, что наша кожа защищает наши внутренности от того, что происходит снаружи, – ветра, дождя и хлещущих веток деревьев. Также кожа является органом, который продуцирует химическое вещество, без которого мы не можем жить, – витамин D. Этот витамин получил свое обозначение D, будучи четвертым в классификации витаминов. Основной его составляющей является холекальциферол; $C_{27}H_{44}O$. Ученые исследовали наших любимых собак, чтобы выявить его. Способность синтезировать витамин D восходит к эволюции. Планктон в море производил его на протяжении 500 млн лет. Морские существа использовали его для извлечения и использования кальция из окружающей среды. Так же как и мы.

Одной из замечательных особенностей витамина D является то, что вам не нужно его есть; ваше тело может само его создавать. Нам просто необходимо небольшое воздействие ультрафиолетового света, чтобы придать определенному типу холестерина в коже толчок и преобразовать его в витамин D. Но тут есть загвоздка: слишком много ультрафиолета до добра не доведет. Этот свет обладает более мощной энергией, чем видимый свет, и может разрушить или разъединить уязвимые биологические молекулы, особенно вашу фолиевую кислоту или фолаты. Ультрафиолет, например, может сжечь вашу кожу. Поэтому, чтобы выжить, животные наподобие нас нуждаются в способности блокировать большую долю ультрафиолетового света, который попадает на нас, позволяя достаточному количеству света поддерживать надлежащий уровень витамина D.

Если вы шимпанзе, то эта проблема решается одним из старейших трюков в книге эволюции. У вас вырастают волосы. Волосы состоят из белка кератина, который не слишком отличается от белка наших дальних родственников на Древе жизни, которые используют кератин для создания перьев и чешуи. Как вы, несомненно, понимаете, волосы блокируют свет. Тела шимпанзе практически полностью покрыты толстым, темным волосом. Даже когда вы шутите о волосатых парнях, вы и представить себе не можете, что самые волосатые среди нас и рядом с шимпанзе не стояли. Шимпанзе были защищены от чрезмерного ультрафиолетового излучения волосами. Но если волосы предлагают такую хорошую защиту, почему мы, люди, теряем большую их часть?

Возможный ответ вытекает из следующего мысленного эксперимента, который, надеюсь, никто из нас никогда на самом деле не станет проводить. Вы, возможно, слышали о людях, которые держат шимпанзе в качестве домашнего животного. Все просто отлично, пока шимпанзе молод, но, как только он или она становится старше, животное оказывается на удивление сильным по сравнению с человеком. Шимпанзе могут легко побороть вас в армрестлинге и даже выдернуть сустав. Но если дело дойдет до состязания и вы вступите в жестокое противоборство с шимпанзе, есть одна вещь, в которой вы сможете его сделать. Вы можете победить его в беге.

Люди – чемпионы по продолжительному бегу. Как только человек и шимпанзе начинают бежать, их тела начинают нагреваться. Шимпанзе быстро перегревается, а люди – нет, потому что они гораздо лучше регулируют тепло своего тела. Видите, к чему я клоню? Согласно одной из основных теорий, доисторические предки людей теряли свои волосы в течение последующих поколений, охотясь, занимаясь собирательством, размножаясь, потому что меньшее количество волос означало лучшее охлаждение, а значит, более эффективный длительный бег. Эта способность постоянно позволяла нашим предкам перехитрить и обогнать добычу. Попробуйте надеть пару лишних курток, а еще лучше шубу в жаркий влажный день и пробежать одну милю. Теперь снимите эти куртки и попробуйте еще раз. Вы увидите, как велика разница, когда нет меха или волос. Перегрев замедляет нас, эндотермических животных.

Потеряв волосы, наши предки столкнулись с новой проблемой, поскольку стали более уязвимы к ультрафиолетовому излучению. Ультрафиолет помогает выработке витамина D, но он также разрушает не менее важную фолиевую кислоту вместе с другими чувствительными к ультрафиолету соединениями. Вы получаете фолаты (фолиевая кислота) из зеленых овощей. В отличие от витамина D, фолиевую кислоту человеческий организм не может сам вырабатывать. Фолаты играют важную роль в росте и развитии плода. Дети, родившиеся у женщин, подвергавшихся воздействию слишком сильного ультрафиолетового излучения, имеют дефекты позвоночника и центральной нервной системы. Они не могут выжить. Так что те люди, что имели в коже чуть больше меланина, блокирующего солнце, чувствовали себя лучше в условиях повышенного ультрафиолета, чем те, что обладали бледной кожей.

В целом чем ближе люди живут к экватору, тем больше ультрафиолетового излучения они получают и тем темнее цвет их кожи. Суровые местные погодные условия также могут снижать уровень ультрафиолетового излучения. Взгляните на карту пигментации кожи

жителей Земли, обитающих в различных регионах. Возле экватора люди имеют более темную кожу. В районах с повышенной облачностью, как в Великобритании, люди имеют более светлую кожу. Там, где люди живут на возвышенностях, как, например, в Тибете, они подвергаются большему воздействию ультрафиолета и имеют более темную кожу. Цвет кожи в основном является мерилом уровня местного ультрафиолетового излучения, и он контролируется относительно незначительными адаптационными изменениями генома.

Это очаровательное рассуждение мне разъяснила Нина Яблонски, ученый, проводивший фундаментальные исследования на эту тему. (В то время она работала в Калифорнийской академии наук, а теперь она в Университете штата Пенсильвания.) Она обращает внимание на то, что генетические различия между двумя – любыми – представителями человеческого рода мизерны. Яблонски как раз изучает эти тончайшие различия. Она полагает, что наиболее постоянные физические отличия заключаются не в цвете нашей кожи, а в конфигурации наших костей, особенно в форме наших голов. Во время нашего интервью она сделала паузу и чуть наклонилась ко мне с расставленными руками, будто собиралась взять дыню с полки. Затем она сказала: «Билл, у вас идеальный европейский череп». Я был вынужден остановить ее и объяснить, что пока я свой череп использую, она не может на него претендовать (я все-таки еще очень к нему привязан). Но она вновь вернула меня в русло нашего разговора, посвященного человеческим миграциям по миру.

После своих достижений в Африке наши предки отправились на поиски новых пастбищ и, вероятно, новых приключений на север, туда, где сейчас расположены Иран и Ирак. Здесь, на большем расстоянии от экватора, чем Восточная Африка, у людей, которым довелось родиться с чуть более светлым тоном кожи, дела шли немного лучше. Они получали лишь необходимое количество витамина D без разрушения фолиевой кислоты и других важных, чувствительных к ультрафиолету химических соединений. Они жили немного дольше, чем те, кто родился в этом регионе, но сохранил африканскую или просто очень темную кожу. Конечно, современные северо-африканцы имеют более светлый тон кожи, чем экваториальные восточные африканцы.

Миграции в сторону экватора и обратно очень быстро привели к изменениям нашего цвета кожи. Примечательно то, что у всех людей, во всех местах, развивается цвет кожи, аналогичный уровню ультрафиолетового излучения. По мере развития сельского хозяйства наши предки переезжали из Африки в Месопотамию, а затем на восток,

расселяясь по всей Евразии. Если они передвигались на юг, туда, где сейчас находится Индия, потомству, имевшему чуть более темную кожу, везло чуть больше, чем светлокожим. Люди, родившиеся в южной Индии, часто имеют настолько темную кожу, что порой она кажется почти синей.

А вот и кульминация: как и у их африканских предков, темный цвет кожи жителей южной Индии обусловлен меланином, но на юге Индии пигмент появляется благодаря иной комбинации генов. Казалось бы, они частично сохранили исконную пигментацию своих африканских предков, но при этом имеют дополнительную комбинацию генов, которая помогает вырабатывать полимеры меланина. Эти люди мигрировали в южную Индию из области с чуть меньшим ультрафиолетовым излучением, и им посчастливилось обладать геном, активирующим выработку меланина и помогающим выжить их потомству под чуть более интенсивным ультрафиолетовым воздействием. Изменения в цвете кожи произошли из-за совершенно независимых мутаций в генах цвета кожи.

Аналогичная картина возникла, когда люди стали перемещаться из северо-восточной Азии (с низким уровнем ультрафиолетового излучения) по древнему сухопутному перешейку, который теперь скрывает Берингов пролив, в Северную Америку и южнее, в Центральную и Южную Америку (с более высоким уровнем ультрафиолета). Цвет их кожи обусловлен меланином и интенсивностью ультрафиолетового излучения в том месте, где они живут. Тот же самый процесс обуславливает более светлый цвет кожи у людей, которые переехали в относительно менее солнечную Западную Европу и восточную Азию. Они утратили пигментацию, чтобы максимизировать способность своей кожи вырабатывать витамин D. Там, где солнце светит круглый год, местные жители имеют темный цвет кожи. Где солнце появляется сезонно, кожа у людей намного светлее. Это справедливо для любого места и человека.

Такая конвергентная эволюция меланина является дополнительным доказательством того, что цвет кожи не может быть принят в качестве критерия расовой принадлежности. Она также дает возможность проследить эволюцию человека. Наличие двух разных генов кожной пигментации говорит о том, что, скорее всего, люди мигрировали из Африки в северные и восточные районы дважды. Затем, благодаря конвергентной эволюции, индийскому населению достался ген, запускающий выработку меланина, который давал их детям то же преимущество в условиях высокой интенсивности ультрафиолетового излучения, что и аналогичный ген, присутствующий у людей из Восточной Африки.

Если сравнить цвет кожи жителей Тибета, обитающих на больших высотах, с жителями соседних стран, можно заметить, что у тибетцев цвет кожи немного темнее, чем у их соседей, живущих в более низинных регионах. Кстати, они очень быстро загорают. Это логично. Если вы находитесь на большой высоте, слой атмосферы между вами и Солнцем меньше, так что вы и ваши соседи получают больше ультрафиолетовых лучей, чем те, кто живет ниже. В этом случае ваши потомки с немного более темным тоном кожи имеют больше шансов на выживание и на то, чтобы порадовать вас внуками, чем те, чья кожа была чуть светлее и не способствовала такому разрастанию семьи.

Цвет кожи настолько чувствителен к изменениям в окружающей среде, что ученые на основе пигментации кожи коренных народов могут составить карту миграции человека из Африки по всему миру. Современные люди, *Homo sapiens*, впервые покинули Африку около 80 тысяч лет назад. Где-то около 60 тысяч лет назад мы прошли Месопотамию и начали расселение по всей Евразии. Всего 15 тысяч лет назад люди пересекли Берингов перешеек и попали из Сибири в Северную Америку. Теперь взглянем на две карты. По мере того как африканцы исследовали восток и север, кожа у последующих поколений племен становилась все светлее и светлее. Когда они мигрировали на юг, их кожа снова темнела. При перемещении их дальше на восток и дальше на север цвет их кожи снова становился несколько светлее.

К тому времени, как человечество проложило свой путь в Южную Америку, кожа племен, у которых дела там пошли на лад, стала почти такой же темной, как и у исконных африканских племен. Но здесь немного больше, чем кажется на первый взгляд, как это выяснила Яблонски, когда собирала данные нескольких исследований и документировала отношения между ультрафиолетом, витамином D и фолиевой кислотой.

Американские племена, живущие в тропических широтах, действительно обладают темной кожей, как и их предки из Африки. Но у американских племен кожа не такая темная; она чуть светлее, чем у африканцев. Как такое может быть? С одной стороны, люди прожили в Америке не так много времени, чтобы могли накопиться эволюционные изменения. Ученые также отмечают, что к тому времени, как люди продвинулись на юг вдоль американского побережья, они разработали простую технологию защиты от ультрафиолета: я говорю о шляпах и накидках. Люди выработали привычку одеваться, и это остановило прогрессирование более темной кожи, когда они направились на юг, где солнце жарит сильнее всего. Это просто удивительно.

Главная идея, как отмечает Яблонски, заключается в том, что такого явления, как разные расы людей, нет. Любые особенности, которые мы традиционно связываем с расовыми различиями, на самом деле являются результатом нашей потребности в витамине D и наших отношений с Солнцем. Всего несколько кластеров генов отвечают за цвет кожи; изменения в цвете кожи – относительно молодое явление, изменение пигментации полностью зависело от направления миграций; они не одинаковы, даже у двух групп с одинаково темным цветом кожи; и они чрезвычайно малы по сравнению с общим геномом человека. Так цвет кожи и «раса» не являются ни значительными, ни определяющими чертами. Все мы произошли от одних и тех же африканских предков, с небольшими генетическими отличиями друг от друга. Разные цвета или тона кожи являются эволюционным ответом на ультрафиолетовое излучение в местах обитания. У всех нас коричневая кожа, тонированная пигментом меланином. Некоторые люди имеют светло-коричневую кожу. Некоторые – темно-коричневую кожу. Но все мы тем не менее коричневые, коричневые, коричневые.

Наши реакции на другие группы людей достаточно реальны, но эволюционная биология показывает, что эти реакции не имеют ничего общего с расовым вопросом, потому что такого явления, как раса, нет. С научной точки зрения есть трайбализм и групповые смешения, но нет такого понятия, как расизм. Мы все – одно целое.

33. Человек все еще эволюционирует?

Я до сих пор храню воспоминания о встрече с Айваном[16]. У него и без меня было много поклонников, так что я всего лишь стоял за бортиком и махал рукой, но думаю, что он тоже заметил меня и помахал в ответ. Для меня это было очень волнительно. Это случалось пару раз в Такоме, штат Вашингтон, а затем, несколько лет спустя, произошло в Атланте, штат Джорджия. Я был очень взволнован, потому что Айван был для меня чем-то особенным. В отличие от большинства читателей этой книги, Айван был горной гориллой.

Современное секвенирование генома сообщает нам о том, что у Айвана и у меня много общего. Изнутри мы при мерно на 97 % одинаковы. Это краткое эволюционное расстояние, и, когда я стоял там, я мог ощущать эту близость, но и эту дальность одновременно. Почему в последние несколько миллионов лет моя линия отошла от линии Айвана? Глядя на Айвана, я не мог не думать о том, как же мы будем меняться дальше. Сможем ли мы контролировать нашу собственную эволюцию, как мы контролируем наше сельское хозяйство и начинаем контролировать стволовые клетки? Если бы вы сами распоряжались своими генами, какое улучшение вы бы внесли? И как быть с Айваном – будем ли мы все дальше и дальше отдаляться от его вида, или от родственников приматов на Древе жизни?

Я познакомился с Айваном, когда работал в компании «Боинг» в Сиэтле – проводил некоторые усовершенствования модели «Боинг-747». Айван был хорошо известен. Зайти к Айвану было то же самое, что путешественнику тихоокеанского северо-запада поехать на Western Washington State Fair[17] за булочками и клубникой. В то время Айван жил в бетонном боксе на первом этаже этого странного и старого универмага «The B&I», названного так по имени его владельцев, Брэдшоу и Ирвина. У Айвана были качели из резиновых покрышек и очень много бананов. Его привезли в США детенышем, примерно в 1964 году. Его сестра умерла молодой, и Айван просиживал дни в своем боксе с качелями, пока ему не исполнилось 32 года.

Смотря через стекло этого странного торгового центра, невозможно было не сравнивать себя с ним. Это удивительно, насколько тесно мы связаны, но насколько мы по-разному выглядим и ведем себя. Я не слишком много знаю о гориллах, но, на мой человеческий взгляд, его жизнь

выглядела скучно, и я понимал почему. Люди, много людей. Одна и та же пища каждый день. Резиновые покрышки на цепях. К тому же в то время популярность «B&I» уже поугасла. Он был на пути к банкротству. Как только центр закрылся, Айван был переведен в зоопарк в Атланте. Там я и увидел его в последний раз.

К этому времени я работал в компании «Дисней» и нередко появлялся в Атланте. В местном зоопарке я встретил свою старую подругу с детьми. И там снова был Айван. Во время этого визита Айван выглядел великолепно. Теперь его окружали дамы-гориллы, тающие от его мужественности, то есть «горильности». Он купался в лучах солнца и общался с этими дамами. Я почувствовал глубокое облегчение. Он выглядел намного счастливее. Я имею в виду его осанку и то, как он двигался в своей новой семье. Мне пришли на ум строчки из «Юлия Цезаря» Уильяма Шекспира, где Кассий говорит следующее: «Я по походке Цинну узнаю. Он друг наш». Я помню, что в первую очередь подумал о том, что мы часто можем распознать кого-то по тому, как человек движется, и даже многое узнать о нем по его позе и манере двигаться. Так вот то же самое я чувствовал относительно моего приятеля Айвана. Он был в плохом настроении в Такоме и прекрасном расположении духа в Атланте.

По какой-то причине эти раздумья, посвященные моим родственникам-приматам, продолжали преследовать меня, хотя назвать это раздумьями было бы преувеличением. Я начал карьеру на телевидении в Сиэтле в местном комедийном шоу «Almost Live!» (Боб Нельсон, написавший сценарий для фильма «Небраска» и номинированный с ним на премию «Оскар», а также потрясающий актер Джоэль Мак Хейл также начинали с этого шоу). Я пародировал Айвана. Сидел перед камерой в костюме гориллы и рассказывал (ну, как рассказывал… с бегущей строкой перевода с горилльего языка) от лица Айвана, что все у меня просто отлично, кроме того, что я застрял в Такоме! В другом выпуске шоу Айван играл в теннис. Любой, кто видел это, мог легко опознать меня, хотя я и был одет в костюм гориллы. Меня можно легко узнать по походке. И я изо всех сил старался казаться скучающим и рассерженным, полагая, что именно так и чувствует себя Айван. Все это я говорю к тому, что поведение приматов очевидно по тем же самым причинам, что и наше поведение и осанка. Это заложено глубоко внутри нас. Это в тех 97 % общей ДНК.

Около трех лет я проработал в собственном шоу, «Билл Най – научный парень». Выпуск под номером 53 назывался «Млекопитающие». В рамках выпуска я навестил другую гориллу по имени Вип в Вудлендском зоопарке в Сиэтле. Он был просто великолепен. Я имею в виду, он сидел, грыз что-

то, напоминающее китайский салат, и смотрел на меня. Я буквально чувствовал его обиду и покорность. Он говорил мне: «Ну что, чувак? Стоишь там такой, не волосатый. А знаешь, ты похож на жалкого слабака; я прямо чувствую, как могу положить тебя на колено и сломать пополам – и это я еще вегетарианец! Так или иначе, ты и все твои сородичи заставили нас торчать тут по ту сторону вашей прозрачной стены [толстого стекла]. Знаешь, чувак, это полный отстой! А, да… спасибо за паршивый китайский салат, ты, безволосый идиот…»

Признаюсь, этот диалог звучал лишь в моей голове, но я призываю всех вас сходить в зоопарк, где можно подойти поближе к гориллам, заглянуть им в глаза и почувствовать, что они знают, в чем вся соль жизнь. Нам с вами просто-напросто повезло оказаться более умными и ловкими, чем гориллы. Они не могут точно сказать, как все это получилось у людей, но они могут сказать, что их определенно надули с генетической точки зрения. Не захочешь, а задумаешься – а вдруг и мы чувствовали бы себя так же, глядя на будущих людей – или кем мы там еще станем.

Благодаря тому что ученые и инженеры разработали аппараты и химические реагенты, которые могут определять точную последовательность химических основ в цепочках ДНК, мы обнаружили, что генетический код людей и горилл совпадает на 97 %. Наша ДНК отличается всего на 3 %, но – ничего себе! – как же мы по-разному выглядим и ведем себя (не считая моего бывшего начальника, конечно). Иногда можно услышать, как люди говорят о 800-фунтовой горилле[18]. Конечно, 800 фунтов, или около 360 кг, для большинства горилл – это преувеличение; обычно они весят около 500 фунтов, или 230 кг. Гориллы, как правило, ходят с помощью ног и кистей рук, опираясь на костяшки пальцев. Мы ходим по-особенному. Гориллы не могут стоять строго вертикально. А мы можем. Гориллы покрыты волосами. Мы нет. Мозг гориллы больше, чем наш, но наш мозг пропорционально больше в сравнении с нашим весом и размером. Все эти различия берут свое начало из этих ничтожных трех процентов.

Что было бы, если бы наша разница составляла бы всего 1,2 процента? Это примерно та разница, что отделяет генетический код человека от кода шимпанзе. А как выглядело бы отличие в полпроцента? Отличия все равно были бы. Эти другие существа выглядели бы почти так же, как мы. Они, вероятно, были бы чуть более грузноватыми, но смогли бы ходить среди нас, не привлекая особого внимания. Возможно, они и вели бы себя так же, как мы. Может быть, они были бы сильнее нас, но навряд ли оказались бы более сообразительными в отношении шахмат или задачки по алгебре.

Разрыв в полпроцента, по-видимому, подходит для описания десятка человекоподобных видов, живших здесь, на Земле, менее 4 млн лет назад. Речь идет о гоминидах, членах нашего непосредственного эволюционного семейства, обнаруженного палеонтологами. Вы определенно слышали о *неандертальцах* и *кроманьонцах*. А знаете ли вы о необычайных находках в следующих местах: Чжоукоудянь, Нгандоджянь, Сангиран и Сен-Цезеран? Гоминиды, обитавшие в этих местах, вероятно, обладали ДНК, которая совпадала с нашей на 99,89 %, но мы – вот, а они исчезли – все до единого. Так или иначе, наши предки обыграли всех. Может быть, наши не столь древние предки лучше разбирались в картографии или сочинении историй, а может, в распознавании образов в целом. Может быть, наши непосредственные предшественники обладали геном, который делал их чуть более устойчивыми к определенному типу малярии. И тогда все остальные вымерли, кроме нашего прямого предка – человека разумного (*Homo sapiens*).

Мой приятель горилла Айван отличается от нас всего на 3 %, и при этом мы можем создавать столько удивительных вещей, на которые он не способен, – так вот представьте себе, что было бы, если бы мы встретили кого-то, чья ДНК превосходила бы нашу на 3 %. У нас просто не было бы никаких шансов (конечно, они могут вообще не иметь ДНК, и разница может быть намного больше, чем 3 %, но это едва ли изменит картину в нашу пользу). В ходе естественного отбора эта крошечная разница в ДНК может существенно изменить дело, если речь пойдет о борьбе за ресурсы, подготовке к тяжелой зиме или просто проработке плана спасения от более сильного и жестокого первобытного племени, преследующего вас.

Современные люди являются результатом всплеска эволюционной инновации, произошедшей за последние 40 тысяч лет, отчасти, вероятно, вследствие фактора бутылочного горлышка. Где-то в Восточной Африке работал эффект прерывистого равновесия. Племя наших предков было отрезано от остальных. Ряд благоприятных мутаций прошли дальше, и с тех пор мы передаем их все дальше и дальше. Люди, прошедшие через бутылочное горлышко, были с генетической точки зрения почти одинаковы, что является типичным в отношении довольно небольших популяций. Мы меняемся быстрее, чем когда-либо за последние 10 тысяч лет, и, вероятно, даже за последние несколько сотен лет. Нам нравится думать, что мы свободны от эволюции, что мы перешагнули ее рамки, однако мы все еще в самом ее центре. Просто за деревьями нам не видно леса.

Численность человечества продолжает расти. Когда я был на Всемирной ярмарке в Нью-Йорке в 1965 году, на Земле нас было 3

миллиарда человек. Сегодня нас почти 7,2 миллиарда. Если произойдут генные мутации, несущие в себе новые преимущества, то они, скорее всего, начнутся в Африке, южнее Сахары, потому что именно там в настоящее время численность человечества увеличивается быстрее всего. Какими именно будут эти инновации? Сможет ли грядущее изменение в ДНК человека обеспечить способность организма справляться с колебаниями климата и соответствовать высокоскоростной передаче информации, характерной для всех наших электронных устройств? Время покажет.

Раз уж все остальные виды гоминид исчезли, может быть, и нас заменит собой следующее поколение более приспособленных гоминид? Может быть, *Homo superius* – суперчеловек – уже поджидает нас где-то там, за следующим поворотом истории, стремясь занять наше место? Давайте подумаем о том, как это может произойти: если нам суждено дать начало новому виду, то с нами должно случиться что-то такое, что создаст эффект бутылочного горлышка или изолированное место для основателей этого нового вида, чтобы они смогли выделиться и оторваться от нас с вами и наших потомков. Но в современном мире это очень маловероятно. Ведь у нас есть самолеты, корабли, Интернет.

Обстоятельства имеют значение; с людьми может случиться все что угодно, как и со всеми остальными видами. Что делать, если нам не удастся защититься от падающего на землю астероида? Или если вдруг случится самая чудовищная война, и все наши межконтинентальные средства передвижения будут уничтожены? Может быть, тогда изолированная популяция людей сможет просуществовать отдельно от остальных так долго, что они утратят возможность успешного размножения с другими видами. Просто послушайте, сколько диалектов в каждом языке. Когда группы людей даже незначительно обособляются друг от друга, они начинают говорить по-другому. Более заметные изменения могут произойти при более серьезном отделении. Возможно, это могло бы произойти где-то за пределами Земли, в колонии на Марсе. Я не уверен, что без географической изоляции мы можем когда-либо получить новые виды гоминид. Но это не значит, что человечество больше не развивается, ибо мы, безусловно, развиваемся.

Без эволюции мы и шагу ступить не можем. Наши геномы постоянно накапливают мутации, и мы все время делаем выбор партнера. Есть ли у людей предпочтения в выборе партнера, согласно которым партнер должен быть стройным? Блондином или брюнетом? Ласковым, стервозным или резким? Помогают ли все эти гламурные журналы и книги по саморазвитию производить на свет более умное или более привлекательное

потомство? Признаюсь, я прочитал первую часть романа «Пятьдесят оттенков серого». Насколько я понял, идеальным мужчиной является молодой, привлекательный и необычайно богатый парень. Кто бы мог подумать? Не могу не поинтересоваться, неужели это отчасти следствие того отбора, который неуклонно уводит человеческий род от Айвана?

Если умные люди выбирают себе в партнеры других умных людей и заводят детей, окупается ли такой выбор успехом с генетической точки зрения? Действительно ли они производят более умное потомство, которое в конечном итоге заработает больше денег и постепенно, не спеша вытеснит другие семьи? Или интеллект – это минус, поскольку высокообразованные пары, как правило, имеют меньше детей, поэтому, когда что-то идет не так, шансы на сохранение и передачу генов в таких семьях значительно уменьшаются. Либо, поскольку высокообразованные мужчины и женщины заводят детей в более зрелом возрасте, чем другие семьи, не разбазаривающие свои лучшие детородные годы в университетах, дети образованных родителей появляются на свет с осложнениями, обусловленными возрастом родителей, да и вероятность генных нарушений у старородящих гораздо выше. Звучит тревожная музыка…

Я вспоминаю старый номер в исполнении комика Стива Мартина, который спрашивал: «Ты помнишь, как взорвался мир? Помнишь? Нам всем пришлось появиться на этой планете в этом огромном космическом ковчеге? Помнишь, правительство решило не говорить глупым людям, поскольку они боялись, что…» Он быстро сворачивал фразу, а люди в зале сразу смекали, что в шутке именно они и были этими «глупыми людьми».

Более вероятным, чем появление расы гиперумных людей, которые постепенно вытеснят часть других людей, является формирование ветви человека разумного, который сможет бороться с заболеваниями. Вероятно, наиболее важным эволюционным ситом станет испытание каждого человека микробами и паразитами. Напомню, что в эпидемии испанского гриппа в 1918–1919 годах, около 50 млн человек погибли от чего-то настолько маленького, что его и увидеть-то было невозможно, не то чтобы победить. «Черная смерть» XIV века, скорее всего, стерла с лица Земли до 200 млн человек. Мы с вами являемся потомками людей, которые просто имели определенные гены для борьбы со смертоносными вирусами и бактериями.

Те, кто выживут в будущем, вероятно, будут обладать устойчивостью организма к определенным заболеваниям, которой никто из нас не имеет сегодня. Есть и другие способы, которыми могут происходить

эволюционные изменения, и их немало. Те, кто выживают, могут иметь большую переносимость молока. Младенцы в промышленно развитых странах имеют доступ к молоку, как никто до нас. Может быть, генетическая переносимость молока постепенно будет способствовать выживанию большего количества младенцев до момента, пока у них не появятся свои собственные дети. Существует доказательство того, что у людей с повышенным и пониженным содержанием сахара рождается меньше детей. Так небольшие изменения прокладывают себе путь в генофонд человеческого рода. И это происходит прямо сейчас.

В этом случае можно говорить о целой отдельной категории возможных человеческих перспектив, зависящих от наших собственных технологий. Я провожу очень много семинаров и лекций в университетах и для широкой аудитории. Мне нравится выступать, нравится говорить, рассказывать, но моя любимая часть выступлений – это когда люди из аудитории начинают подходить к микрофону и задавать мне вопросы. Одна из самых распространенных тем – это так называемая сингулярность. Под этим понимается время (по некоторым версиям, это произойдет в 2029 году), когда компьютеры предположительно уравняются по своим способностям с мозгом человека. Считается, что с этого момента машины смогут заменить людей почти полностью. Это будут превосходные алгоритмы автомобильной парковки, координация в случае стихийных бедствий, юридические выступления, ракетостроение, комплексное мышление. Задумываясь о таком логическом последствии, с искусственным интеллектом придется обходиться еще осторожнее, потому что потом любая из этих умных машин сможет перехитрить и переиграть нас практически во всем.

Знаете, я люблю думать о будущем в больших масштабах. Я люблю научную фантастику не меньше других. Но я сомневаюсь, что эта сингулярность станет каким-то особенным моментом в истории человечества. Я так говорю потому, что кто-то должен будет обеспечивать питание для этих машин. Образно говоря (а до 2050 года или позже по-прежнему буквально), кто-то должен будет подкидывать в топку угля. Сейчас, в 2000-х, у нас больше мобильных телефонов, чем самих людей. Тем не менее лишь около половины населения Земли имеют доступ к этим устройствам. В сельских районах Африки и Китая есть места, где люди никогда и не говорили-то по телефону. Сингулярность не затронет их достаточно долго, если вообще сумеет до них добраться.

Мне вспоминается фильм 1970 года «“Колосс”: Проект Форбина», основанный на романе «Колосс» 1966 года. Та к вот, в этом фильме США и

Советский Союз используют компьютеры для управления своими огромными арсеналами ядерного оружия. Американский компьютер под названием «Колосс» размещается в неприступном бункере и запитан на собственный ядерный реактор (насколько сложно это должно быть?). Предполагая, что это поможет избежать неприятностей (на самом деле на тот момент истории – *дополнительных* неприятностей), принимается решение соединить эти две махины в один огромный агрегат. И, как несложно догадаться, после этого все пошло шиворот-навыворот.

Предположения о сингулярности также включают в себя идею, что наши информационные технологии будут настолько передовыми и сложными, что мы даже сможем воссоздать в какой-то компьютероподобной машине человеческое сознание. Есть организации, которые верят в то, что они называют трансгуманизмом. По этой теории люди в известном смысле смогли бы жить вечно… по крайней мере, пока кто-то не выдернет вилку из розетки. Моя подруга носит на лодыжке браслет с инструкцией, в которой указано, что делать с ее головой, когда она умрет. Она хочет заморозить ее, надеясь на то, что когда-то в будущем мы сможем подключить к ее мертвой голове соответствующий аппарат и вернуть ее мозг к жизни или как-то загрузить ее сохраненное сознание. На веб-сайте компании, в которой будет храниться ее голова, хвастливо сообщается, что компания, работая с 1976 года, никогда не имела перебоев со своей криогенной системой. Ну естественно, ведь все, что и приходилось делать, это подливать каждые три недели жидкий азот. Погодите, а где они берут этот жидкий азот? Он производится с помощью электричества, которое дает электростанция. В Мичигане, где находится эта компания, электричество поступает главным образом от сжигания угля. Значит, с замороженными головами все будет в порядке, пока электростанция не накроется.

Между тем обычные люди будут иметь детей, которые найдут гораздо больше интересных занятий, чем разговаривать с мертвыми людьми в аппаратах с электрическими мозгами. Большинство из этих детей появятся на свет в развивающемся мире, который, как правило, весьма далек от этих экстраординарных центров мозговых технологий будущего. Конечно, и я часто говорю об этом, я могу и ошибаться. Огромные машины будущего могут быть разработаны для эффективного управления целыми городами, и они могут идеально с этим справляться. Нетрудно представить себе канализационные системы, системы солнечной энергии и транспортные системы – все связаны вместе единым большим мозгом будущего. И тем не менее я считаю, что секс и воспитание для большинства из нас будет

основным способом продвижения наших генов в будущее даже после того, как в лаборатории будут отлажены сингулярные машины.

Если хотите понять и прочувствовать научно-фантастическое будущее эволюции человека – ну забавно же поразмышлять на эту тему, почему же нет? – представьте, что гораздо более обоснованным и, возможно, неизбежным фактором станет генная инженерия. Еще немного, и медицинские исследователи уже смогут гарантировать, что ваш ребенок не будет страдать болезнью Хантингтона или плоскостопием. Можно ли будет с помощью генетики сделать младенцев умнее? А еще лучше бейсболистами? При том что все это будет происходить в чашке Петри, еще до оплодотворения яйцеклетки сперматозоидом? Разве это этично? И что еще важнее – если мы будем делать людей более умными, смогут ли они чувствовать себя комфортно в социальном плане?

Научно-фантастические рассказы о суперлюдях, созданных с помощью генной инженерии, почти всегда кончаются плохо. Усовершенствованные люди в конечном итоге, как правило, создают слишком много проблем, поскольку не вписываются в общую массу. В реальном мире эти вопросы будут решаться пошагово и, очень вероятно, останутся весьма спорными. Будучи избирателем и налогоплательщиком, каждый из нас, возможно, вынужден будет принимать интересные решения относительно того, что должно быть дозволено в медицине. Возможно, нам придется столкнуться с проблемой генетически модифицированных людей среди нас, появившихся с помощью каких-нибудь незаконных генных технологий будущего. Каким будет статус незаконных человеческих клонов? Чем лучше мы будем информированы обо всем этом, тем лучшие решения мы сможем принять.

Я, напротив, надеюсь на большие изменения, которые принесет с собой старый добрый дарвиновский естественный отбор. Какая особенность могла бы дать человеческому ребенку будущего преимущество, благодаря которому он или она будет взрослеть, чтобы рождать удивительных малышей, которые будут чем-то выделяться и привлекать столь же достойного партнера для продолжения рода? Я слышал, многие женщины любят парней с хорошим чувством юмора. Это мне почему-то нравится. Может быть, парень будущего будет очень смешным, но не странным, и его искрометное чувство юмора будет привлекать противоположный пол? Может быть, он будет настолько хорошо управляться с иронией и юмором, что женщины просто будут сходить с ума по нему, и он начнет спариваться и размножаться как сумасшедший? Легионы юмористов, комиков и комедиантов надеются на это. (Многие из них даже уверены в этом на все сто.) Или может быть это

будет парень с фантастически развитыми мышцами груди, которые так заводят женщин, и именно он будет спариваться и спариваться, и спариваться?

Кстати, что самое сексуальное в женщине? Это не вопрос с подвохом. Мужчинам не придется приседать, опасаясь политически некорректного замечания или гримасы в свой адрес. На мой взгляд, самая сексуальная вещь в женщине – это ее улыбка. Если женщина не улыбается или улыбается как-то не так, мужчины не станут ее добиваться. Они будут смотреть на других женщин, которые улыбаются как надо. Что демонстрирует улыбка? Хорошие зубы, внимательность, горящие глаза и способность быть счастливым. Каждый из этих компонентов является, по-видимому, наследственной чертой. Каждый из них будет очень сильно ущемлен лаконичными компьютерами, подключенными к замороженным головам.

Улыбка идет от сердца. Если она не искренняя, то мы это замечаем, хоть и неосознанно, а порой даже не сразу. Будет ли будущее поколение женщин восхитительно улыбаться, поскольку улыбчивые дамы лучше привлекают мужчин, позволяющих им успешно размножаться и тем самым продвигая ее гены и гены ее избранника в будущее? Или может быть, женские гены будут переходить в будущее, если она просто будет более упорной в вопросе рождения детей? Или может быть, дело в том, что любые гены имеют отличные шансы оказаться в будущем, если их обладатели живут в индустриально развитом обществе, где удаление аппендицита (как у меня) – обычное дело?

Еще одно соображение: любая отличительная генетическая особенность – хорошая или плохая, – которая появляется в популяции с помощью эффективной медицинской помощи, будет передана дальше. Медицина устраняет определенное давление отбора и может добавить другое. Случайные гены передаются, как правило, потому, что общество или племя пропускает очень много своих представителей в будущее. Будут ли эти эффекты достаточно сильными, чтобы проявиться в каком-нибудь подробном научном исследовании в будущем? Смогут ли они заметно влиять на нашу эволюцию в целом?

Что бы ни готовило будущее для человечества, я очень надеюсь, что мы будем вместе, что мы все по-прежнему останемся одним видом, достаточно мудрым, чтобы сохранять как можно больше других существ на нашей планете, других гоминид, Айванов и Випов нашего мира. Я надеюсь, что мы и дальше будем использовать наши большие мозги, понимать и ценить тот необычайный процесс, в результате которого все мы стали (и,

надеюсь, останемся) высшим существом на планете.

34. С точки зрения астробиологии: есть там кто-нибудь?

Я отлично помню, как лежал однажды на траве во дворе моего дома в Вашингтоне, округ Колумбия, – мне было наверное, лет девять. Надо мной было пронзительно-синее небо. Мой отец просто обожал звезды с тех пор, когда во время Второй мировой смотрел в звездное небо в лагере для военнопленных. Он несколько раз разрешал мне взглянуть на звезды через линзу его старого телескопа; этот опыт оставил во мне смутное чувство, что там просто *обязаны* существовать иные миры, вращающиеся вокруг тех далеких точек света. В тот день я побывал в Национальной художественной галерее, где увидел несколько картин Ван Гога. Я заинтересовался, почему небо на его картинах часто было совсем не синим. Я прокручивал эту мысль в голове. Я помню, что представлял себе другого мальчика, похожего на меня, живущего в другом мире, и думал о том, как же выглядит небо там. Может быть, оно зеленое? Или розовое?

То, что когда-то было детскими мечтами, стало новым рубежом эволюционной науки. С 1995 года астрономы обнаружили почти две тысячи планет, вращающихся вокруг других звезд. Некоторые из этих планет по своему размеру и массе похожи на Землю. Около двух десятков из них вращаются в обитаемой зоне, на том расстоянии от своих звезд, где температура потенциально пригодна для нашего вида жизни. Грубо говоря, в нашей галактике может быть 50 миллиардов обитаемых планет. В настоящее время существует целая область науки, известная как астробиология, изучающая жизнь на других звездах.

Вопрос о жизни где-то там – это, по сути, вопрос о живых существах. Это равносильно вопросу «Что нужно, чтобы стать живым существом?». Этот вопрос заставляет нас пересмотреть все эволюционные идеи, которые мы обсудили, по восходящей. На самом базовом уровне жизнь явно нуждается в каких-то химических соединениях. Любое живое существо, которое мы можем себе вообразить, будет состоять из атомов и молекул, как я и вы, птицы и деревья (конечно, в научно-фантастических рассказах есть живые существа, сделанные из чистой энергии или темной материи, или других экзотических вещей, но это не тот вид научных предположений, о котором я говорю). Но с этого момента все становится менее ясным.

Когда я учился в школе, считалось, что для того, чтобы жить,

необходим солнечный свет. Сейчас все согласны, что источник энергии необходим, а мощь и значение солнечного света сложно переоценить, тем не менее теперь ученые поняли, что энергия Солнца – не единственный возможный вид энергии. На моем веку мы уже обнаружили гидротермальные экосистемы на дне моря, куда не проникает солнечный свет. Эти системы работают так, как ученые и предположить не могли, пока не увидели их собственными глазами. Животные там рассчитывают на определенные бактерии, которые помогают им усваивать химическую энергию из сероводорода и воды, а также на тепловую энергию потоков, поднимающихся вверх со дна океана. В свою очередь, бактерии производят химические вещества для гигантских кольчатых червей, ярко-белых крабов и гигантских моллюсков, поскольку все они обеспечивают и их жизнедеятельность.

В последние годы глубоководные гидротермальные жерла океана изучались особенно тщательно. На мой взгляд, организмы, живущие там, скорее всего, начали свое существование на поверхности. Все они, вероятно, являются потомками сухопутных существ; на Шкале жизни все они находятся правее или ниже остальных моллюсков, крабов и червей. Если так, то этот вывод несет в себе важное сообщение: биохимическая жизнь достаточно гибкая для того, чтобы перейти от одного вида источника энергии к другому. Но ведь этот процесс когда-то начался. Для того чтобы запустить весь тот процесс метаболизма жизни, о котором мы знаем, химические вещества должны дать начальный энергетический старт. Может быть, жизнь зародилась в горячем море и затем выбралась на поверхность. Исследователи продолжают работать над этим вопросом.

Согласно одной особенно убедительной гипотезе, энергетическим стартом, о котором мы говорили, послужило электромагнитное излучение в ультрафиолетовом диапазоне. Для любителей латинского языка напомню, что «ультра» означает «выше». То есть ультрафиолет находится над фиолетовым энергетическим уровнем, видимым нашему глазу. «Ультрафиолетовая» гипотеза указывает, по крайней мере, на два способа исследования происхождения жизни. Во-первых, мы могли бы прибегнуть к нашим компьютерным моделям климата, и в особенности к компьютерным моделям развития звезд, и посмотреть, разумно ли предположение, что в дни зарождения жизни на Земле, скажем, 3,5 млрд лет назад, наша планета получила обильную дозу облучения ультрафиолетом от Солнца. Во-вторых, можно заняться изучением генов или ДНК существ со дна океана, и, может быть, это даст нам ключ к пониманию их происхождения и того, насколько их предки нуждались в

использовании ультрафиолетового излучения для своего первоначального метаболизма. Если это окажется правдой, то это будет означать, что живые существа, живущие там, зародились на поверхности Земли, а затем отправились в глубины океана. Это увлекательная часть исследований помогла бы определить метод поиска жизни в других мирах и привести к открытию новой жизни где-нибудь еще.

В ближайшие годы мы можем ожидать большее количество экспериментов, направленных на изучение происхождения жизни и непосредственно воссоздающих в лабораторных условиях природные опыты и синтезирующих самовоспроизводящие молекулы. И тогда появится разумный вопрос: оно живое?

Неважно, ищем ли мы новые формы жизни в природе или создаем их самостоятельно, есть кое-что, без чего почти наверняка эти формы обойтись не смогут: жидкость. Жизни необходима энергия, а ее можно извлечь из передвигающихся молекул или движения химических веществ вокруг этих молекул – для этого требуется некоторое количество растворителя. Астробиологи изучили все виды жидкостей, потенциально содержащих жизнь: аммиак, хлор, жидкий метан, спирты разных сортов и т. д. Они изучили их свойства при различных температурах и разном давлении. В конце концов, они снова вернулись к воде. Ведь это очень эффективный, универсальный растворитель. Кроме того, вода имеет еще одно преимущество – в ней нет недостатка.

В нашей Солнечной системе полно воды, если знать, где искать. Под огромным ледяным куполом Европы, спутником Юпитера, скрывается океан с соленой водой. Астероиды часто представляют собой огромную глыбу льда. Поверхность гигантского астероида Церера – настолько большого, что он был переведен в разряд карликовых планет (не самое удачное выражение, ну ладно) – судя по всему, покрыта сырой глиной. Скоро мы узнаем это наверняка – космический аппарат «Рассвет» посетит ее в 2015 году. Плутон и его спутник Харон, наряду с менее крупными спутниками Никтой, Гидрой, Кербером и Стиксом, несомненно, богаты льдом. Важные новости скоро придут и об этом, поскольку зонд «Новые горизонты» должен был пролетать мимо системы Плутона 14 июля 2015 года. Целый рой малых тел за орбитой Нептуна, известный как пояс Койпера, предположительно, полон замороженной воды. Кстати, вместо того чтобы считать Плутон последней из традиционных планет, я люблю думать о нем как о первом объекте нового класса небесных тел под названием *Плутоиды*. Вода может обнаруживаться в самых неожиданных местах. Она присутствует в холодных, затененных кратерах северного

полюса раскаленного с обратной стороны Меркурия и образует ледяные озера в полярных кратерах Луны.

При любом рассмотрении жизни в других мирах немедленно возникает замечательный эволюционный вопрос. Насколько в действительности может отличаться другой тип инопланетной жизни? Вы должны понимать, что у нее не будет ДНК. Или будет? У них не будет клеточных мембран и органелл, которые перерабатывают химическую энергию. Или будет? У инопланетян, если они есть, не будет по пяти пальцев на каждой из четырех конечностей. Или будет? У них не будет мозга на водной основе, тесно связанного с химическими, стереослуховыми, мультитактильными и стерео-оптическими сенсорами (вкус, обоняние, слух, осязание, зрение). Или будет? Сойдется ли процесс эволюции на едином дизайне и общем подходе к непредвиденным обстоятельствам или же все будет по-другому?

Если где-нибудь в Солнечной системе еще есть жизнь, она на самом деле может иметь много общего с жизнью на Земле. Подумайте об огромном астероиде, обрушившемся на Землю 66 млн лет назад, когда исчезли древние динозавры. Когда в результате его падения с Земли поднялось огромное облако пыли и грязи, какая-то часть этой пыли навсегда покинула Землю, чтобы начать свой путь по Солнечной системе. То же самое происходит и на других планетах. За миллиарды лет планеты обменялись совсем небольшим количеством материала. Это не предположение, это факт. Планетологи обнаружили фрагменты Марса и Луны здесь, на Земле, и также, предположительно, определили фрагменты Венеры и Меркурия. Может быть, жизнь отправилась в путешествие с Земли на Марс или наоборот? Эта гипотеза получила название «панспермия», то есть занесение жизни из межпланетного или даже межзвездного пространства.

Также возможно, что где-то там, в одном из миров нашей Солнечной системы, существует совершенно другой тип жизни. Тогда мы могли бы изучить его и проникнуть в глубокие тайны природы и процесса эволюции. Попутно такое открытие могло бы привести к глубоким изменениям нашего «земного» мировоззрения. Мы бы могли отправить туда космический корабль и ученых, чтобы провести там исследования, и, конечно, обязательно соблюдать правила космического карантина, чтобы самим не подцепить чего-нибудь или их не заразить. Инопланетяне – дело тонкое!

И ученые, и простые обыватели относятся к этим вопросам очень серьезно. После высадки марсоходов НАСА «Spirit» и «Opportunity» на

Марсе в 2004 году, на Землю были отправлены убедительные доказательства того, что вода там когда-то была почти всюду. В тот момент знаменитые букмекерские конторы Великобритании, такие как «Ladbrokes» и «William Hill Company», перестали принимать ставки на то, будет ли найдена жизнь на Марсе или нет. В 2004 году ставки закрылись на шестнадцати к одному, снизившись по сравнению со ставками сорокалетней давности – тысяча к одному. Компания «Ladbrokes» в свое время выплатила 10 тысяч фунтов стерлингов джентльмену, успешно поставившему всего 10 фунтов на то, что люди высадятся на Луне до конца 1960-х годов. Такое пари – это больше, чем просто развлечение. Оно является своего рода показателем поддержки со стороны общественности, на которую правительство или коммерческие космические компании могут рассчитывать в поиске жизни за пределами Земли. Будучи генеральным директором Планетарного общества, я надеюсь, что волнение не исчезнет и будет дальше вдохновлять новые миссии, необходимые для получения точных ответов.

Надеюсь, что сейчас вы задаетесь вопросом: «В каком месте логичнее всего искать инопланетную жизнь?» Будучи землянами, мы не можем не обращать свой взгляд на Венеру и Марс. Две эти планеты напоминают нашу собственную с астрономической точки зрения. Они находятся на схожем расстоянии от Солнца. Диаметр Земли составляет около 13 000 км. Диаметр Венеры равен примерно 12 000 км, Марса – около 7000. И хотя ни та, ни другая планета не превышают размеры нашей Земли, для астронома это один порядок магнитуды – округлив, можно сказать, что все три планеты в диаметре составляют около 10 000 км. Земля совершает оборот за 24 земных часа. Венера – за 243 дня, а Марс оборачивается вокруг своей оси за 24 часа и 40 минут; день на Марсе практически равен земному дню.

Мы довольно активно знакомимся с Марсом. На момент написания книги марсоход «Opportunity»все еще ходит. Этот аппарат был рассчитан на 90 марсианских дней – то есть чуть более чем на три месяца, – но он по-прежнему работает, даже 10 лет спустя. Это как купить автомобиль с трехлетней гарантией и обнаружить, что он способен ездить 120 лет без технического обслуживания, замены масла, схода-развала колес и обновления тормозных колодок. Это потрясающий пример работы ваших налоговых отчислений. Между тем другую часть планеты старательно исследует более новый и крупный марсоход «Curiosity».

Венера – это такой каменный шар. Отсюда она выглядит просто потрясающе. Когда я был ребенком, самыми популярными были фантастические фильмы, где жительницы Венеры были

обворожительными дамами; раньше некоторые ученые всерьез считали, что Венера покрыта душными джунглями, а живут на ней существа наподобие динозавров. Однако, при более внимательном рассмотрении, Венера оказывается совершенно негостеприимной планетой. Температура ее раскаленной поверхности достигает примерно 460°C (840°F). Этой температуры хватит, чтобы расплавить свинец. Ваши рыболовные грузила просто превратились бы в лужицы блестящего металла. Температура на Венере сохраняется благодаря толстому и плотному слою атмосферы, состоящей из двуокиси углерода. Это совершенно неуправляемый парниковый эффект. На самом деле модели климатических изменений на Земле были частично разработаны учеными, и в частности Джеймсом Хансеном, которые изучали атмосферу Венеры. Они отмечали, что видимый свет проходит сквозь атмосферу, попадает на поверхность, а затем отражается в виде тепла, которое удерживается углекислым газом. Этот процесс сильно влияет на возможность существования жизни на планете.

Диоксид углерода в атмосфере Венеры появился из углеродистых веществ – карбонатов – содержащихся в венерианских породах. Там так жарко, что кислород (O) высвободился и в воздухе соединился с углеродом (C). Любая вода, которая была на Венере, соединилась с серой, превратившись в серную кислоту (H_2SO_4), что привело к образованию облаков серной кислоты. На Венере идут кислотные дожди. Но капли кислотных дождей так и не достигают поверхности Венеры, потому что высокие температуры атмосферы заставляют капли дождя испаряться прежде, чем они упадут на поверхность. Венера является отличной иллюстрацией ада. Нескольким советским космическим зондам удалось совершить посадку на Венере, но даже самых стойких хватило всего на пару часов. Это явно не перспективное место для поиска жизни, хотя некоторые исследователи полагают, что в облаках Венеры могли бы обитать «серные» микробы.

На Марсе ровно другая проблема – слой атмосферы очень тонкий, а поверхность планеты очень холодная. С помощью телескопов мы можем видеть с Земли ледяные шапки на горах Марса. Здесь есть совсем немного обычного водяного льда, но огромные белые шапки льда на обоих полюсах Марса представляют собой по большей части замороженный углекислый газ (сухой лед). Из-за этого температура на них достигает по крайней мере –130°C (–270°F). Водяной пар и диоксид углерода, которые конденсируются и образуют ледники, являются частью марсианской атмосферы. По земным стандартам это не очень большая атмосфера –

давление здесь составляет всего 0,7 % от поверхностного давления на Земле, но этого достаточно, чтобы в ней образовывались ветра и разнообразные погодные условия. Ученые, управляющие марсоходом «Opportunity», время от времени направляют космический аппарат на возвышенности, где ветры и электростатические условия сдувают пыль с его корпуса. Это довольно необычно, но зато позволяет делать замечательные открытия.

Продолжающиеся исследования Марса показывают, что планета некогда была покрыта озерами, ручьями и широкими морями. Место, где приземлился марсоход «*Curiosity*», очевидно, представляет собой высохшее русло реки. Невольно возникает вопрос, если на Марсе три миллиарда лет назад было столько воды, была ли тут жизнь? Может, марсианские микробы продолжают жить и сегодня, например, под землей, где они защищены от экстремальных климатических явлений и космического излучения? На открытом пространстве, везде, куда способны добраться наши марсоходы, мы можем наблюдать свидетельства присутствия воды, но ничего живого на сегодняшний день там не обнаруживается. Однако следует иметь в виду, что наши технологии весьма ограниченны. Эти ограничения можно выразить в долларах, идущих на развитие планетарной науки. С нашими нынешними технологиями и инвестициями мы можем высадить наш поисковый космический аппарат только на открытом пространстве поверхности Марса. Мы пока не можем достаточным образом сузить область для более точной высадки марсохода. Это реальное ограничение поисков жизни или ее свидетельств. Представьте себе, что вы искали бы жизнь на Земле, но при этом ваши технологии ограничивали бы зону ваших поисков районом Большого Соленого озера (Солт Лейк) или пустыней Сахара. Немного свидетельств жизни встретили бы вы на пути, пока не проехали бы сотни километров в правильном направлении.

Посадочный модуль «Феникс» высадился на поверхность Марса в 2008 году. Его находки создали новый интригующий поворот в поисках жизни на Марсе. Феникс совершил посадку на тонкий слой песка или почвы на северном полюсе планеты. Прямо под этим слоем, всего в несколько сантиметрах в глубину, находится огромный слой водяного льда. Судя по всему, он тянется на много километров вниз во всех направлениях. А что если в этом льду есть что-то живое, сродни десятка бактерий, что живут подо льдом на нашей планете? Как мы могли убедиться на Земле, после зарождения жизнь обладает чрезвычайной живучестью. Если изначально Марс был достаточно благоприятным для зарождения жизни, то, может быть, процесс, который начался там миллиарды лет назад, еще не

закончился?

Будучи генеральным директором Планетарного общества, я часто призываю к крупным инвестициям в поиски жизни на Марсе. Предположим, что мы построили космический корабль, который мог бы приземлиться рядом с долиной, оврагом или ущельем вблизи экватора Марса, то есть в месте, где летним солнечным марсианским днем он сможет оказаться чуть выше уровня замерзания воды. Теперь предположим, что у нас есть марсоход, который можно отсоединить от основного космического корабля, направить к краю, затем спустить его на тросе, как альпиниста, чтобы он оказался на оголенной ледяной поверхности. В полдень, когда Солнце будет светить прямо на это место, датчики нашего робота окажутся очень, очень близко к поверхности. А что если они засекут там что-то живое? Вдруг там действительно есть микробы, живущие в ледяном холоде нашего ближайшего соседа?

Ответы на эти вопросы, по большому счету, не так уж и накладны. В настоящий момент американские инвестиции в планетарные науки составляют менее $1,5 млрд в год. Иными словами, это меньше, чем 0,05 % от федерального бюджета. Это включает в себя все миссии: на Марс, Меркурий, Юпитер, Сатурн, а также миссию «Новые горизонты», аппарат которой в данный момент находится на пути к далекому Плутону. Что если бы мы повысили отчисления на миллиард и нашли бы жизнь на Марсе? Это стало бы выдающейся инвестицией, стоимостью чуть больше еще одной чашки кофе налогоплательщика. Если бы президент, конгресс и администратор НАСА сосредоточились на таких вещах, мы смогли бы изменить ход человеческой истории.

То же самое можно сказать и о путешествии к Европе, одному из четырех крупных спутников Юпитера. Европа составляет 3100 километров в диаметре – чуть меньше, чем наша Луна, но представляет собой совершенно иной тип мира.

В 2011 году данные с космического корабля «Галилео» были тщательно проанализированы. Теперь стало понятно, что прямо под верхним слоем потрескавшейся ледяной поверхности планеты находится соленый океан. Океан был обнаружен при помощи данных магнитометра – это чувствительный электронный компас. Морская вода проводит электричество, которое в свою очередь влияет на магнитное поле вокруг Европы. Вода не замерзла, потому что орбитальное движение Европы в мощном гравитационном поле Юпитера заставляет все тело с каждым кругом сжиматься и разжиматься. Европа сохраняет свой жидкий океан за счет тепла, генерируемого с помощью механического искривления. Это то

тепло, которое вы почувствуете, если растянете спущенный резиновый шарик несколько десятков раз, а затем прижмете его к губам. Попробуйте!

С момента этого открытия ученые и инженеры обсуждают возможности исследования подледного океана. Если там действительно вода в жидком состоянии и она действительно сохранила достаточно тепла для поддержания своего состояния в течение последних четырех с половиной миллиардов лет, то, возможно, там есть что-то живое. Был составлен план создания космического корабля, который высадится на поверхности Европы. Затем он воспользуется механическим или тепловым сверлом, достаточно крепким и, возможно, достаточно горячим, чтобы суметь просверлить до 50 километров льда. Это сверло должно быть закреплено на самом космическом корабле. Также на нем будут инструменты, необходимые для поисков того, что представляется нам признаками жизни на Европе. Это была бы захватывающая миссия, правда, весьма дорогостоящая, и она бы определенно потребовала несколько миллиардов долларов. С технической стороны это также было бы чрезвычайно сложно. Кроме того, очень важно было бы не нарушить «Первую директиву» звездного флота[19]. А именно мы обязаны не навредить экосистеме Европы, если таковая имеется, и не должны загрязнять ее земными микробами, привезенными с собой.

В 2013 году мы открыли нечто захватывающее, нечто, что может значительно упростить поиск жизни на Европе. Астрономы направили космический телескоп «Хаббл» на Европу и обнаружили всплески воды, морской воды, извергаемой прямо в космос через трещины в ледяной поверхности. Если в океане Европы есть микробы или даже, может быть, живые существа, достигающие сантиметрового размера, они выплескивались вместе с водой прямо в черноту космоса. Можно сконструировать такой космический корабль, чтобы он пролетел сквозь этот фонтан, захватив образцы воды для последующих микроскопических и химических анализов и поиска того, что, возможно, живет в этой воде. Такую миссию можно осуществить лишь за малую часть бюджета полета со сверлом и к тому же избежать опасности заражения микробов Европы (если они есть) земными микробами. Этот проект получил название «Europa Clipper».

Аналогичная проблема поджидает нас на Энцеладе, одном из спутников Сатурна. Он гораздо меньше, чем Европа, составляет всего пять сотен километров в ширину, но на нем тоже имеется (небольшой) океан воды, скрытый под толстым слоем льда, а на южном полюсе спутника фонтанчики сквозь его поверхность вырываются наружу еще больше. Здесь

тоже можно искать жизнь, используя миссию, аналогичную проекту «Клипер».

Не знаю, как вы, но я легко могу себе представить некую прозрачную пластину, установленную на космическом корабле перпендикулярно направлению его полета. «Клипер» пролетает сквозь брызги воды, и на пластине остаются живые существа, словно мухи на ветровом стекле (конечно, не идеальный вариант, но пока это лучшее, на что мы способны; орбитальное вращение требует определенной скорости). Затем с помощью микроскопической камеры с соответствующим источником света, направленным на эту пластину, земляне могли бы получить представление о том, каким может быть живое существо с другой планеты. В качестве более сложного варианта можно даже собрать образцы льда с поверхности Европы или Энцелада и привезти их на Землю для более детального изучения – конечно, с соблюдением всех предосторожностей в отношении взаимного заражения и загрязнения. В отношении инвестиционной стоимости проекта можно сказать только, что это мог быть поистине революционный эксперимент, подобного которому история человечества еще не знала.

Если мы отправимся на Европу или Энцелад или начнем еще более рьяно искать жизнь на Марсе, мы придем к вопросу нового уровня в отношении возможной инопланетной жизни: сможем ли мы признать ее, если увидим? Ответ требует вернуться к тому, что мы знаем об основах жизни, помимо ее потребности в энергии и вероятной привязанности к воде. Как эти живые существа управляют химическими реакциями, необходимыми для создания химических веществ, используемых для самокопирования? Одним из знакомых нам способов является использование химических свойств веществ, уже растворенных в воде, для обеспечения энергии, необходимой для дальнейшего движения. Но живому существу необходимо каким-то образом хранить различные химические вещества отдельно друг от друга. В противном случае, все внутренности живого организма могут просто-напросто перемешаться и все процессы в нем остановятся. Поэтому мы предполагаем, что этому организму будет нужен некий резервуар или мембрана. Необходимы стенки, чтобы сохранить и укрыть то, что внутри, отделив его от того, что снаружи. Короче говоря, это существо может очень сильно отличаться от всего, что мы знаем, изнутри, но снаружи оно, скорее всего, будет похоже на бактерии и одноклеточные организмы, с которыми мы хорошо знакомы, – по крайней мере, таковы логические рассуждения.

Живые существа, которые могут образовывать мембраны, вероятно,

имеют солидное преимущество по сравнению с другими молекулами, не способными их создавать. Мембраны позволяют живым организмам использовать притяжение и отталкивание электронов на поверхности атомов, чтобы притягивать или удерживать другие молекулы. Проведите эксперимент с осмосом, о котором я говорил в 12-й главе книги. То же в равной степени относится к химическим системам в других мирах.

Поиски воды в других мирах – задача довольно понятная. Поиск мембран является гораздо более сложным делом. Давайте вернемся к Европе. Предположим, что мы построили корабль «Europa Clipper», он пролетел над гейзерами спутника и привез образцы воды на Землю. Даже тогда, как мы узнаем? Как мы найдем клеточные мембраны среди брызг воды? Один из вариантов предполагает, что мы можем искать те типы атомов, которые встречаются в клеточных мембранах на Земле. Для земных мембран характерными элементами являются углерод, азот, калий и натрий. Тут есть с чего начать… если только мембраны живых организмов Европы не сделаны как-то иначе. Как нам тогда ее обнаружить? Если вам нравится такие размышления, подумаете о том, чтобы податься в астробиологи.

В отношении Марса проблема несколько проще, поскольку Марс ближе к Земле, и исследуемая поверхность у него более понятная и напоминает земные скалистые районы. В ближайшие годы мы будем продолжать искать жизнь на Марсе. Если мы сможем подобрать подходящие инструменты для работы с этими солевыми и грязевыми отложениями, мы наверняка обнаружим следы окаменелых марсианских микробов. Мы даже можем найти кого-нибудь живого и в дальнейшем изучать его непосредственно под микроскопом.

Просто представьте себе – одно из тех далеких небесных тел выбрасывает некий доселе неизвестный тип жизни прямо в космос, или где-то под марсианской скалой притаилась жизнь. А вдруг инопланетяне такие же, как и мы? А вдруг мы, наоборот, совсем другие? Каким бы ни был ответ, эти открытия изменят наш подход к живому существу и к жизни в целом. Они расскажут нам о различных условиях, в которых способна зарождаться и развиваться жизнь. Впервые в истории эти открытия предъявят нам доказательство того, что мы не одиноки во Вселенной.

В своих рассуждениях я люблю идти дальше и дальше. Я представляю себе, будто в водах океана, под ледяным панцирем Европы могут обитать не только микробы, но и более крупные и сложные организмы. Если в этом океане действительно существует целая экосистема, и она была там достаточно долго, чтобы в ней могло зародиться что-то, напоминающее наши земные многоклеточные морские существа, то я полагаю, эти

существа будут похожи на рыб. Мне кажется, что это даже вполне разумно, ожидать, что у этих организмов – рыб, птиц или насекомых – органы чувств будут сконцентрированы на чем-то наподобие головы, а органы передвижения будут каким-то образом присоединены к такой голове, и т. д.

Другими словами, я не удивлюсь, если встречу инопланетных существ с телом, не слишком отличающимся от нашего. Я понятия не имею, увижу ли я или кто-нибудь из нас такое существо. Но несомненно, это станет отличной проверкой наших представлений о конвергентной эволюции. Что мы узнаем от инопланетянина? Наверняка нечто удивительное. Мы быстро поймем, насколько необходимы для жизни генетический код, клеточная мембрана, симметричные отростки и знакомые органы чувств. Природа может обладать возможностями, о которых мы даже и подумать не могли. А может быть, жизнь, как и кратеры вулканов, стремится выглядеть почти одинаково везде, где она появляется.

Эти идеи были бы лишь тайными размышлениями, если бы не сулили восторг от понимания нашего происхождения. Нет более эффектного способа проверить и расширить границы наших знаний об эволюции, чем найти доказательства того, что это также происходило в других мирах. Ответ принесет с собой новые технологии. Он вдохновит будущие поколения ученых. И возможно, перевернет наше практическое и философское осознание того, что значит быть человеком.

35. Искра, с которой все началось

В своей обширной дискуссии об эволюции в «Происхождении видов» Чарлз Дарвин старательно избегал спорных предположений о том, как началась вся эта история. Его комментарий на этот счет ограничивается одной фразой, появляющейся ближе к концу последней главы книги: «Поэтому я могу сделать аналогичный вывод, что, вероятно, все органические существа, которые когда-либо жили на этой Земле, могли произойти от одной первоначальной формы, в которую впервые вдохнули жизнь». Но этот вопрос непреодолим. Откуда мы пришли, что за искра зажгла огонь жизни? На сегодняшний день многие ученые осмеливаются на то, чего Дарвин не мог себе позволить. Давайте присоединимся к ним и вернемся к началу разговора о… начале.

Этот большой вопрос очень сильно напоминает тему «Есть ли Бог, который всем управляет?». Тем не менее между этими вопросами есть существенная разница. Любой аспект жизни, который когда-то напрямую связывался с божественным замыслом, теперь легко и элегантно находит исчерпывающее объяснение в контексте эволюционной науки. Для меня нет никаких оснований думать, что жизнь появилась как-то иначе. Я придерживаюсь открытых взглядов, и у меня нет никаких проблем с большинством религий, но религиозные объяснения мне кажутся неудовлетворительными. Они меня совершенно не трогают; вы либо верите в них, либо нет, и никак иначе. А вот научные теории о происхождении жизни всегда открыты для обсуждений, испытаний, пересмотров и в любой момент могут быть заменены на новые и более глубокие теории. Первый путь ведет к застою. Второй – к захватывающему, безграничному движению вперед.

Когда я учился в инженерной школе Корнелльского университета, я время от времени заглядывал на факультет космических наук. Джон Олсен (Йолсе), профессиональный велогонщик, большой любитель астрофизики, с которым мы дружим и по сей день, всегда призывал меня посещать симпозиумы и местные семинары факультета космических наук. Джон часто говорил, что там обсуждаются просто сногсшибательные вещи: черные дыры, центр Вселенной (или отсутствие такового), выработка энергии и синтез новых элементов у звезд. На этих встречах присутствовали Карл Саган, Кип Торн и Ханс Бете. Какое же это было время, когда мы зависали там в этом неприглядном здании, сложенном из

шлакоблоков! Как-то раз, блуждая по корпусу, я оказался в лаборатории, которая, насколько я помню, располагалась на третьем этаже. Моему взору открылся целый лес из стеклянных емкостей и трубок, соединяющих большие металлические бутыли, наполненные различными газами, с очень большой сферической центральной колбой. Это был один из искрящихся и взрывающихся вариантов эксперимента Миллера – Юри.

Давайте вернемся на минутку назад. Идея этих установок, предложенных, спроектированных и запущенных в 1950 году химиками Стэнли Миллером и Гарольдом Юри, заключалась в том, чтобы имитировать земные условия первобытных времен – три или четыре миллиарда лет назад – когда жизнь на планете только появилась. Эксперимент должен был выявить возможность зарождения органической жизни с помощью только лишь неорганических химических веществ.

И знаете, что у них получилось? Не жизнь, конечно, но все равно нечто потрясающее. Химикаты породили ряд химических образований: пять аминокислот – основных компонентов химического состава жизни. Аминокислоты – это молекулы, которые связываются вместе для формирования белков, управляющих почти каждым аспектом биологии. Они являются строительным материалом живых существ. Подробности увлекательны, но в целом можно сказать, что кислоты – это химические вещества, которые могут отдавать или «жертвовать» белок другим атомам или молекулам. Кислота может быть опасной и смертельной, или мягкой и нежной, как заправка для салата.

Если говорить об аминокислотах, то все они имеют один атом углерода в центре, а вокруг него – цепочку из атома углерода и двух атомов кислорода. Замечательной особенностью углерода является то, что он имеет четыре связи для прикрепления других химических веществ – так называемые контактные площадки. В аминокислотах одну из площадок занимает цепочка атомов: углерод – кислород – кислород. Само по себе, мы называем это соединение карбоновой кислотой. Когда оно присоединяется к другой молекуле, то превращается в карбоксильную группу. В аминокислотах одна из площадок центрального углерода предназначена для карбоксильной группы, а остальные три площадки отвечают за другие конфигурации углерода, серы, азота и особенно водорода.

Я так подробно говорю обо всем этом, потому что для меня все это просто удивительно. В природе существует около двадцати естественных аминокислот (есть определенная теория, посвященная тому, сколько из них используется живыми существами, но в целом их лишь немногим больше, чем двадцать). Все они берутся из комбинаций нескольких различных

типов атомов. Аминокислоты образуют так называемые пептидные молекулы, которые соединяются друг с другом, чтобы создать полипептиды, в свою очередь образующие белки. Белки выполняют большую часть работы в клетках. Они создают структуру; они управляют обменом веществ; они регулируют реакции, и т. д. И эти аминокислоты образовались в нескольких вариантах эксперимента Миллера – Юри. На самом деле, наряду с органическими аминокислотами, ученые получили несколько дополнительных неорганических химически логических конфигураций других аминокислот. Это удивительно. Всего пять химических элементов, и посмотрите, сколько живых существ они создали!

Для создания этих соединений Миллеру и Юри пришлось высчитать состав первобытной атмосферы Земли и первобытного океана Земли. Современные биологи, с высоты дополнительных знаний, накопленных за последние десятилетия, в целом считают, что ученые подошли к вопросу более консервативно, чем это, вероятно, требовалось. Они наполнили большую стеклянную колбу некоторым количеством природного газа или метана, добавили водяного пара и какую-то часть аммиака. В химической записи компоненты выглядят как CH_4, H_2O, NH_3. Также ученые резонно предполагали, что необходимая для начала химической реакции искра образовалась в результате первобытной грозы. И лишь одного ключевого элемента не хватало: у них не было источника серы.

Конечно, в качестве беспроигрышного варианта можно было бы предположить, что повсюду на поверхности молодой Земли происходили извержения вулканов, выбрасывающие на поверхность планеты пахучий сероводород (H_2S). Это смертельный яд для животных, подобных нам, но в те далекие времена это, возможно, привело к образованию важной аминокислоты под названием цистеин. Сероводород мог также служить основным источником энергии для зародившейся жизни. Даже сегодня существуют целые экосистемы в глубоководных океанических гейзерах, работающие на сероводороде. Как я люблю говорить, отходы одного организма могут стать настоящим подарком для другого.

Для меня очень примечательно то, что креационисты, как правило, не признают эксперимента Миллера – Юри, говоря, что идея жизни, появившейся из химических веществ, не наполненных некоей божественной силой, попросту абсурдна. Одна из причин, по которой креационисты отвергают результаты этого опыта, заключается в том, что они считают слишком малым количество аминокислот – они и вовсе называют его незначительным. Это в корне неверно. Любое количество

основных молекул жизни бесконечно больше, чем нуль, – бесконечно больше! Для происхождения жизни просто требуется исходное вещество, которое позволит искре жизни загореться. Эволюция является мощным детонатором. Как только самореплицирующаяся система появляется, она получает шанс на извлечение ресурсов из окружающей среды и систематическое самовоспроизведение. Даже 0,79 % от 10-литрового объема – именно такая концентрация аминокислот получилась в результате эксперимента Миллера – Юри – вполне может оказаться достаточной, чтобы жизнь начала свой путь по неосвоенной первобытной Земле.

С этой точки зрения идея, которую креационисты называют «от молекулы к человеку» (то есть эволюционная теория), выглядит вполне разумно, поскольку за 3,5 млрд лет может произойти многое. Этот процесс часто называют абиогенезом (неживое в живое), и он по-прежнему остается ведущей теорией того, как на Земле появилась биологическая жизнь. Возможно, именно абиогенез привел в результате к появлению и вас, и меня. Немного не в тему: некогда абиогенез использовался для описания другого псевдонаучного предполагаемого явления под названием «самопроизвольное зарождение». Например, моллюски-прилипалы выглядят так, будто растут из ниоткуда. Но дело в том, что люди, делавшие эти наблюдения, не использовали увеличительные стекла. Полипы моллюска невероятно крошечные, и все же они постепенно превращаются в защищенных раковиной, довольно неприступных существ. На протяжении всего времени они обитали в морской воде. Предположение, будто взрослые моллюски воспроизводятся самопроизвольно – всего лишь результат недостаточно близкого рассмотрения предмета.

Важно учитывать огромное количество времени и пространства, с которым пришлось столкнуться жизни. Эксперименты наподобие опыта, проведенного Миллером и Юри, использовали систему размером с лабораторную колбу – поверхность Земли же примерно в триллион раз больше. Эксперимент проходил в течение двух недель, в то время как жизнь на Земле длится уже около миллиарда лет. Кроме того, я подозреваю, что в этих экспериментах отсутствовал ключевой компонент наподобие электромагнитной или электрической или химической энергии, и если бы мы смогли понять, что это, то мы могли бы получить молекулы, которые самопроизвольно создавали бы свои копии, пусть даже довольно грубые. Мы многого не знаем об условиях на первобытной Земле. И, кстати, а почему абиогенез не может происходить сейчас, на современной Земле? Есть над чем подумать, не правда ли?

Крейг Вентер, ученый, расшифровавший геном человека, используя

совершенно иной подход, утверждает, что он уже создал искусственную жизнь. Он и его команда выделили одну бактерию и расшифровали нуклеотидную последовательность ее гена. Затем они сами создали искусственный штамм. Он стал воспроизводиться как сумасшедший, создавая миллиарды нового антропогенного или искусственного вида бактерий. В отличие от Миллера и Юри, Вентер не стремился создать жизнь из чисто химического сырья, по крайней мере, пока. Тем не менее результат ошеломительный.

Ближайшие планы Вентера довольно прагматичны: создать искусственные бактерии, которые смогут производить возобновляемые виды топлива и новые лекарства. Создание лишь одного участка синтетической ДНК потребовало огромных усилий. Но даже самое длинное путешествие начинается с первого шага. Семь лет назад те же исследователи разработали искусственный вирус. Они имплантировали искусственный геном в живую клетку (бактерию), и, конечно же, клетка была направлена на производство копий последовательности имплантированного гена. Получился искусственный вирус. Он не мог жить сам по себе, но мог заставлять живую клетку создавать свои копии – позвольте заметить, совершенно как настоящий вирус. Кстати, Институт Вентера очень внимательно следил за соблюдением всех этических норм и правил микробной безопасности.

Со времени эксперимента Миллера – Юри исследования проделали долгий путь. Ученые изучили рост сложных углеродных молекул во льду. Они исследовали химический состав глины, обладающей сильными щелочными свойствами, которые могли бы вызвать химические реакции, способные дать толчок зарождающейся молекуле и побудить ее начать самовоспроизведение. Они высчитывали возможную форму только что зародившейся жизни, имеющую в своей основе молекулу РНК – упрощенной родственницы ДНК.

Совсем недавно, в результате исследования, проведенного под руководством физика из Массачусетского технологического института Джереми Инглэнда, появилось предположение о том, что жизнь могла появиться автоматически, как результат физики, а точнее термодинамики. Профессор Инглэнд утверждает, что молекулы объединяются в самую эффективную структуру, которую они могут создать. Молекулы могут быть запрограммированы на поиск термодинамического равновесия, и это может привести к зарождению жизни. Идея так же убедительна, как и нелепа.

Исследователи даже всерьез занимались изучением возможности зарождения жизни на другой планете, и самым логичным вариантом,

откуда жизнь могла начать свой путь сквозь межпланетное пространство, был Марс. Но сможем ли мы отличить неживое от живого, но очень-очень медленно растущего организма, даже если оно в буквальном смысле укусит нас за ногу, пусть даже и на микроскопическом уровне? Да, возможно, оно будет иметь мембрану, но, к сожалению слишком много мелких неорганических соединений имеют ту же круглую или палочкообразную форму, что и бактерии.

Прогрессия жизни в первые 3 млрд лет ее существования на Земле от самореплицирующихся молекул до организмов кембрийского периода, когда окаменелости уже стали достаточно большими, чтобы их можно было различать, нам до сих пор не совсем понятна. Что если мы найдем жизнь, которая будет выглядеть как земные примитивные организмы – микроскопические и бесскелетные? Узнаем ли мы в ней жизнь?

Я очень хорошо помню, как мой старший брат пришел домой из школы и задал вопрос: а вирусы живые? Их можно считать живыми существами? Мы можем запереть их в банке на много лет, и они точно так же вернутся и продолжат делать то, что и делали. В присутствии других организмов они размножаются как сумасшедшие. Они мутируют. Они взаимодействуют с другими клетками. Но когда они одни, они находятся в состоянии стагнации. После продолжительной дискуссии мы с братом пришли к выводу, что ответом на этот вопрос будет «возможно…».

Глядя на вирусы с позиции сегодняшнего дня, мы понимаем, что они размножаются. Они заставляют клетки размножаться за них. Ни одна клетка не может жить без своего окружения, она должна дрейфовать в химическом бульоне или находиться достаточно близко к капиллярной крови. С этой точки зрения вирус является живой единицей, которая, вместо того чтобы окружать себя химическими питательными веществами, окружает себя другими живыми единицами. Он вынужден жить в клетках и в окружении других клеток – других живых единиц. Это дает нам право называть его «облигатным паразитом».

Но что необходимо для того, чтобы считать организованную кучку химических веществ живым существом? В ответе на этот вопрос нам помогут астробиологические исследования. Как правило, мы считаем, что живое существо должно иметь мембрану. Мы ожидаем, что оно будет размножаться, и мы предполагаем, что оно будет поддерживать устойчивый химический баланс или устойчивое состояние внутри себя. В биологии считается, что живое существо по определению может поддерживать равновесие, или, как это официально называется, *гомеостаз* («оставаться прежним»).

Когда дело доходит до бактерий, здесь вопросов нет. У них есть и мембраны, и стенки, они поддерживают свой метаболизм в различных условиях окружающей среды, и они, конечно, могут размножаться. Но когда мы говорим о вирусах, все зависит от того, как на них посмотреть. Вирусы не поддерживают гомеостаз. С точки зрения вируса им это не нужно. Зачем стараться, если молекулы сами могут сохранять свое расположение в условиях, которые можно рассматривать как недружелюбные? Зачем все усложнять, если все системы и так работают нормально? Я полагаю, что если бы у нас не было домена бактерий, у нас не могло бы быть вирусов или всего домена вирусов. Следовательно, они определенно попадают под определение живых существ на Земле.

На самом деле вирусы могли бы стать ключевым моментом в нашем основном вопросе, поскольку могут рассказать о том, какая форма жизни появилась в первую очередь. Разве молекулярные структуры вирусов могли существовать без самовоспроизводящихся бактерий? Или вирусы стали побочным продуктом, ненамеренным следствием природных процессов, которые прежде всего привели к появлению самовоспроизводящихся молекулярных механизмов? Вирусы проще, чем бактерии, что, казалось бы, делает их более подходящим кандидатом на роль первой формы жизни на Земле.

Однако есть и другие аспекты, которые не слишком хорошо сочетаются с титулом первого земного организма. С одной стороны, в отличие от бактерии (и нас с вами), вирусы, судя по всему, не имеют общего предка. В загадочном мире вирусов нет ничего, что напоминало бы способ, которым все другие живые существа используют ДНК для своего размножения. Каждая вирусная атака направлена на конкретную, порой даже на слишком конкретную живую клетку. Когда вирус атакует, он не обменивается генами и не заимствует гены атакованной клетки. Гены вируса переходят в клетку и никогда наоборот. С этой традиционной и очень важной точки зрения вирус нельзя назвать живым. Вирусы как будто появились после того, как возникли самовоспроизводящиеся и саморегулирующиеся организмы (свойства, которые характеризуют «живое существо»). Но давайте смотреть правде в глаза: вирусы являются очень важной частью нашего мира. Без вирусов каждое живое существо было бы другим.

Вирусы – это некая часть общего спектра жизни, и они, так или иначе, связаны с вопросом о том, как все это началось. Мы по-прежнему перебираем толстые и запутанные ветви Древа жизни – только в последние десятки лет биологам удалось обнаружить гигантские вирусы, которые

делают возможным выделение вирусов в отдельный домен жизни. Чем больше усилий мы прикладываем к поиску ответов о происхождении жизни, тем больше сюрпризов мы получаем. Эти открытия заставляют меня задать вопрос: «Мать Природа, чего ты еще не сказала мне?»

36. Второе начало жизни?

Я – дитя космической эры; в 1969 году я припадал к черно-белому экрану лампового телевизора, когда люди впервые ступили на Луну. Когда я думаю об инопланетной форме жизни и обо всем, что она сможет поведать нам о процессе эволюции, я, естественно, представляю себе совершенно иную картину мира. Но некоторые исследователи, в том числе Пол Дэвис из Университета штата Аризона, имеют совершенно противоположную точку зрения. Они предполагают, что инопланетяне – микробные инопланетяне – могут уже сейчас находиться на Земле. Если эти исследователи правы, значит, мы упустили один из самых мощных способов понимания происхождения жизни. Может быть, за привычной картиной нашего мира скрывается совсем другое Древо жизни.

Возможность существования еще одного типа жизни, закрепившегося здесь, на Земле, называется вторым началом. Если бы мы могли обнаружить еще один вид жизни, это могло бы изменить наш мир. Все известные нам на данный момент организмы происходят от одного вида. Если бы мы могли сравнить два абсолютно разных типа организмов, то экспериментальным путем мы смогли бы узнать, есть ли альтернативы ДНК, существует ли другой вид метаболизма, иная химия жизни. Практические последствия будоражат ум не менее научных. И тут я задаюсь вопросом: что бы сказали креационисты?

Я уже слышу ваши возражения. Как на Земле может быть неизвестная жизнь, учитывая, как тщательно биологи изучили всех окружающих нас микробов? Хм, а вы только представьте себе процесс распознавания неизвестных микробов. Ведь даже с нашими микробами все происходит более чем сложно. Существует всего два основных способа обнаружить новый микроб: можно вырастить его в чашке Петри, а можно вычислить его ДНК. Ну а если он не ест то же самое, что и другие микробы, и если он не имеет стандартной ДНК (или вообще не использует ДНК)? Значит, он, по сути, пророс сквозь трещины фундамента современной биологии.

Все новое осознание того, что Земля полна удивительных и неожиданных организмов, приходит к нам с каждым новым днем. Исследуя отходы разработки нефтяных скважин (камни и почву, извлеченные буровыми установками), можно обнаружить целые экосистемы медленно растущих бактерий. Эти организмы насчитывают миллионы лет, и они никогда не видели дневного света. Но они все же имеют ДНК. А значит, у

нас есть общий предок. Но они в корне отличаются от всего того, что живет на поверхности.

Не устаешь удивляться тому, что еще может скрываться там, под землей. Может быть, там целая система живых существ, о которой мы совершенно ничего не знаем? В районе Иллинойского угольного бассейна есть огромные угольные шахты, простирающиеся под землей на многие километры в разных направлениях. Если оглядеться там по сторонам, можно заметить огромные деревья, вымершие виды растений, похожих на папоротник, обитавшие в первобытных болотах около 300 млн лет назад, а затем превратившиеся в уголь. В тех районах, вероятно, существовали целые микробные экосистемы, о которых мы ничего не знаем. Видимо, это те виды живых существ, которых мы не сможем опознать сегодня. Они могут отличаться от всего, что мы знаем, так сильно, что мы не узнаем их, даже если они будут пялиться на нас через лупу наших микроскопов.

Мест для поиска может быть великое множество. Большая часть поверхности Земли покрыта океаном. Площадь подводной поверхности в разы превышает площадь надводной суши. И она покрыта миллиардами тонн ила и детрита. Возможно, в этом иле существует иной тип жизни. Подо льдами Антарктиды скрывается пресноводное озеро, которое оставалось нетронутым существами с поверхности Земли на протяжении миллионов и миллионов лет. Может быть, в эти погруженные во тьму льды некогда упала искра, давшая начало иной форме жизни, существующей там и сейчас. Высоко в Гималайских и Андских горах есть невообразимо далекие и затерянные места. Найдется ли в нашем современном мире место для иной формы жизни? Может быть, в наших лабораториях у нас были ее образцы, но мы просто проглядели их, ибо эта жизнь была так непохожа на нашу? Любой организм в этих примерах – землянин, но совершенно непохожий на нас. Представьте себе: совершенно новый домен живых существ – нет, целое отдельное Древо жизни, результат отдельного, самостоятельного, второго начала.

Нам просто необходимо это выяснить. Это может привести к появлению новой отрасли науки о жизни. Каким бы ни было второе начало жизни, можно поспорить, что оно следовало тем же принципам развития, что и наши предки. Другая жизнь может идти своим, иным курсом, но я уверен, что и ее представители, и мы играем по одним и тем же эволюционным правилам.

Все это можно назвать внешней границей эволюционного мышления. Дарвин рассматривал организмы такими, какие они есть; мы рассуждали об организмах, какими они могут быть. Составляя свое первое Древо жизни,

Дарвин ориентировался на схему, связывающую все живое; мы же ищем организмы совершенно отдельные и самостоятельные. Тем не менее ничто из всего этого не было бы возможно без открытий Дарвина и без пытливого духа эволюционного мышления, воплощением которого он являлся.

37. Космический императив жизни

Заканчивая наше путешествие в этой книге, я ловлю себя на мысли об окончании пути самой эволюции. Не только эволюции человека, но всего процесса в целом. Я уже давно интересуюсь, существует ли какой-то космический императив распространения жизни в разных мирах. На Земле мы видим, что организмы колонизировали все возможные ниши. Мы видим, что живые существа попадают в новые условия и порождают новые виды. Суждено ли жизни колонизировать Солнечную систему, Млечный Путь и в конечном итоге распространиться по всей Вселенной? Дарвин описал «борьбу за выживание», которая движет эволюцией на нашей планете; возможно, в будущем, эта же борьба может расшириться и до космических масштабов. Может быть, строить космические корабли и путешествовать по Вселенной нас тоже заставляют гены? Ничего себе, одна мысль об этом меня уже ошарашивает.

Возможно, в нескольких последних главах этой книги вы уловили намеки на эту мысль – например, когда я говорил о том, каким образом жизнь может возникать в разных мирах или распространяться случайным образом от планеты к планете. Но нетрудно себе представить, что когда-нибудь люди смогут начать распространять жизнь сознательно. Исследуя планеты, астероиды, кометы Солнечной системы, мы уже должны быть чрезвычайно осторожными, чтобы не принести на них с собой живых микробов. Что если наши потомки, осваивающие космос, решат создать колонии и принесут другие живые организмы с собой намеренно? Ведь осознавая механизм, приведший от простой клетки к нам, мы таким образом выступим зачинателями грандиозного эволюционного процесс. Переход от мира к миру или даже от звезды к звезде полностью согласуется с путями, которыми развивалась жизнь, когда заполняла собой все возможные ниши на Земле.

Теоретически мы можем уже попробовать оценить подобные варианты. Мы могли бы нарочно оставить генетически модифицированные микроорганизмы на Марсе, чтобы как-то изменить атмосферу, добавить в нее кислорода и тем самым сделать ее более пригодной для жизни. Возможно, мы могли бы сделать то же самое с облаками Венеры. Крейг Вентер выдвинул идею создания «телепортера» ДНК, который мог бы собирать генетическую информацию о (возможных) живых существах на Марсе и отправлять данные обратно, чтобы мы могли воссоздать их здесь,

на Земле. И это вполне реально, как реален и обратный процесс: мы и сами могли бы отправлять в другие миры биореакторы, настроенные на распространение микробов, адаптированных к местным условиям.

Не останавливайтесь, и идеи будут становиться все более удивительными. Если мы не одиноки во Вселенной, мы могли бы *действительно* быть не одинокими во Вселенной. Что если каждая цивилизация в галактике или Вселенной ведет себя точно так же, случайно или намеренно? Что если мы являемся потомками какой-нибудь межгалактической кампании по колонизации, организованной эдаким Джонни Эпплсидом[20] в галактическом масштабе?

Единственный способ получить ответы – это продолжать наблюдать за живыми существами и узнавать все больше о процессе, с помощью которого мы все появились, чтобы остаться. Эволюция происходит здесь и сейчас, независимо от того, откуда мы все взялись. Но только теперь мы уже можем интересоваться нашим происхождением и нашей судьбой. Мы сможем очутиться в совершенно захватывающих, невообразимых местах, если только наши умы будут оставаться открытыми для новых идей, наши глаза и уши будут искать новые доказательства и свидетельства, а наше юношеское любопытство будет по-прежнему томить душу и заставлять двигаться вперед.

Откуда мы пришли? Одиноки ли мы? Ищите и узнаете!

Благодарности

Эта книга была бы невозможна без моих родителей Неда и Жаклин, в доме которых наука всегда привечалась, а эрудиция поощрялась. Я бы никогда не стал тем, кем я стал, если бы не моя сестра Сьюзен, которая заставляла меня делать мою домашнюю работу, и если бы не мой брат Дарби, самый веселый и самый чуткий человек, которого я знаю. Большое спасибо моим коллегам, Дону Протеро, Майклу Шермеру и Евгении К. Скотт, без руководства которых дебаты в Кентукки и многое в этой книге было бы полной неразберихой. Нина Яблонски потратила огромное количество времени на помощь мне, а наш великолепный научный редактор Кейт Баггали точно и убедительно раскрыла тему цвета нашей кожи – спасибо, спасибо!

Спасибо моему редактору Кори Пауэллу, который своим умелым и по-журналистски лаконичным руководством убедил меня уместить мои разглагольствования в компактные главы. Я благодарен за эту помощь. Весь этот труд не был бы возможен без моих доверенных агентов, Бетси Берг и Ника Пэмпенеллы и их помощницы Ариэллы Мастроянни; всем спасибо. Дженнифер Вайс из «St. Martin’s Press» убедила меня заняться этим проектом; спасибо ей большое. И конечно, все знают, что просто огромную благодарность я адресую моему адвокату Энди Солтеру и моей удивительной помощнице Кристин Спозари.

И, наконец, звезды нашего шоу:

Я очень благодарен всем моим замечательным учителям и особенно г-же МакГонагл, г-же Кокран, мистеру Лоуренсу, мистеру Флауэрсу, мистеру Кроссу, мисс Хрушке, мистеру Морзе, мистеру Лангу и профессору Сагану. Каждый из этих людей повлиял на меня совершенно необычайным образом. Без них я был бы совсем другим человеком; мне очень и очень повезло.

Билл Най. Побережье штата Дэлавер

Множество удивительных событий привели меня к этому проекту. Я благодарен моей матери за то, что она помогла моей детской личности отправиться на поиски хранителя музея палеонтологии, когда не смогла ответить на мои вопросы о динозаврах. Тина Вуден из журнала «Discover» отлично подготовила меня, организовав множество бесед с креационистами; Пэм Вайнтрауб, еще одна дорогая коллега из «Discover»,

помогла мне стать лучше в области сочинительства и представила меня Дженнифер Вайс, преданному редактору этой книги. Моя жена Лиза Джиффорд как никто другой поддерживала меня в те времена, когда мне казалось, я просто исчезаю (как в моральном, так и в физическом плане) из моей семьи.

И я горжусь возможностью работать с Биллом Найем, который всегда вдохновлял меня своим пылким желанием распространять знания и менять мир.

Кори Пауэлл. Где-то в Бруклине

---

notes

Примечания

1

Роберт Рипли (1890–1943) – американский карикатурист, путешественник, антрополог-любитель, коллекционер необычных и удивительных вещей. Музеи Рипли под названием «Хотите верьте, хотите нет» (Ripley’s Believe It or Not) находятся в 26 странах мира. – *Здесь и далее примечания переводчика.*

2

Интернет-сайт, позиционирующий себя как форум для интеллектуалов. На сайте размещаются видеоинтервью с экспертами из разных областей политики, экономики, науки.

3

В данном случае автор высказывает опровержение так называемой потопной геологии. – *Примеч. пер.*

4

Эль-Ниньо – глобальное атмосферно-океаническое явление, влияющее на климат Южного полушария.

5

Перевод Н. Демуровой.

6

«Friday Night Lights» («В лучах славы») – телевизионный сериал, действие которого разворачивается в средней школе западного Техаса. Сценарий сериала основан на одноименной книге Г. Биссинджера, в которой описывается история футбольной команды из Пермской средней школы, находящейся в графстве Одесса, штат Техас, США. Название школы происходит от Пермского бассейна, в котором расположен город.

7

Замечание автора связано с тем, что слово «ручка» по-английски – «pen». – *Примеч. ред.*

8

«Зеленый Фонарь» – комикс от компании DCComics, главными героями которого являются супергерои, обладающие «кольцом силы». Кольцо наделяет обладателя сверхспособностями и дает неограниченные возможности. Однако при встрече с объектом желтого цвета супергерои временно утрачивают свои способности.

9

Tommy John surgery.

10

Лаборатория реактивного движения – Научно-исследовательский центр НАСА.

11

Выражение Исаака Ньютона, сравнивающего себя с карликом, стоящим на плечах гигантов-предшественников, которые с помощью своего опыта позволили ученому взглянуть чуть дальше.

12

«I have a dream» – американский фонд, сотрудничающий с общеобразовательными школами и поддерживающий обучение в высших учебных заведениях детей из бедных или неблагополучных семей. Название фонда восходит к знаменитой речи Мартина Лютера Кинга.

13

Долли Партон – американская киноактриса и кантри-певица.

14

«Gaster» – желудок, чрево (*греч.*).

15

Научно-познавательная телевизионная передача на американском телевидении, логическое продолжение проекта «Bill Nye the Science Guy». Ведущим обеих программ был Билл Най.

16

Знаменитая горилла, на протяжении 27 лет выставлявшаяся в одном из торговых центров Такомы, США, в качестве аттракциона для покупателей.

17

Western Washington State Fair – одна из крупнейших ежегодных ярмарок в США.

18

800-фунтовая горилла (800-lb gorilla) – американское выражение, обозначающее человека или организацию, которые чувствуют себе настолько мощными и сильными, что действуют без должного уважения к законам и правам других участников. Известная шутка на эту тему: «Где сидит 800-фунтовая горилла?» – «Там, где сядет».

19

Понятие из научно-фантастического сериала «Звездный путь» («StarTrek»).

20

Джонни Эпплсид – легендарный житель США, начавший сажать яблони на Среднем Западе Америки и посвятивший этому большую часть своей жизни.