

РИЧАРД  
ДОКИНЗ  
РЕКА,  
ВЫХОДЯЩАЯ  
ИЗ ЭДЕМА  
ОТ  
РИЧАРДА  
ДОКИНЗА  
РЕКА,  
ВЫХОДЯЩАЯ  
ИЗ ЭДЕМА  
ОТ  
РИЧАРДА  
ДОКИНЗА

ЖИЗНЬ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ДАРВИНИСТА  
A DARWINIAN VIEW OF LIFE



Книжные проекты  
Дмитрия Зимины

Ричард Докинз

**Река, выходящая из Эдема.  
Жизнь с точки зрения дарвиниста**

«Corpus (АСТ)»

1995

УДК 575.8  
ББК 28.02

**Докинз Р.**

Река, выходящая из Эдема. Жизнь с точки зрения дарвиниста /  
Р. Докинз — «Corpus (АСТ)», 1995

ISBN 978-5-17-106348-1

Если на улице вам вдруг повстречается человек, никогда ничего не слышавший о Ричарде Докинзе, вы можете смело советовать этому чудаку «Реку, выходящую из Эдема» – с нее удобно будет начать знакомство с творчеством Докинза. В этой книге благодаря блестящим метафорам он изящно и просто объясняет важнейшие концепции теории эволюции, а значит, и биологии вообще. Цифровая река ДНК течет сквозь время от зарождения жизни до наших дней – и дальше... В формате PDF А4 сохранён издательский дизайн.

УДК 575.8

ББК 28.02

ISBN 978-5-17-106348-1

© Докинз Р., 1995  
© Corpus (АСТ), 1995

# Содержание

Предисловие	7
Глава 1	9
Глава 2	23
Конец ознакомительного фрагмента.	29

**Ричард Докинз**  
**Река, выходящая из Эдема.**  
**Жизнь с точки зрения дарвиниста**

*Памяти*

*Генри Коьера Докинза (1921–1992), члена совета Сент-Джонс-колледжа, Оксфорд, мастера в искусстве делать все понятным*

© Richard Dawkins, 1995

© А. Гопко, перевод на русский язык, 2020

© А. Бондаренко, художественное оформление, макет, 2020

© ООО «Издательство АСТ», 2020

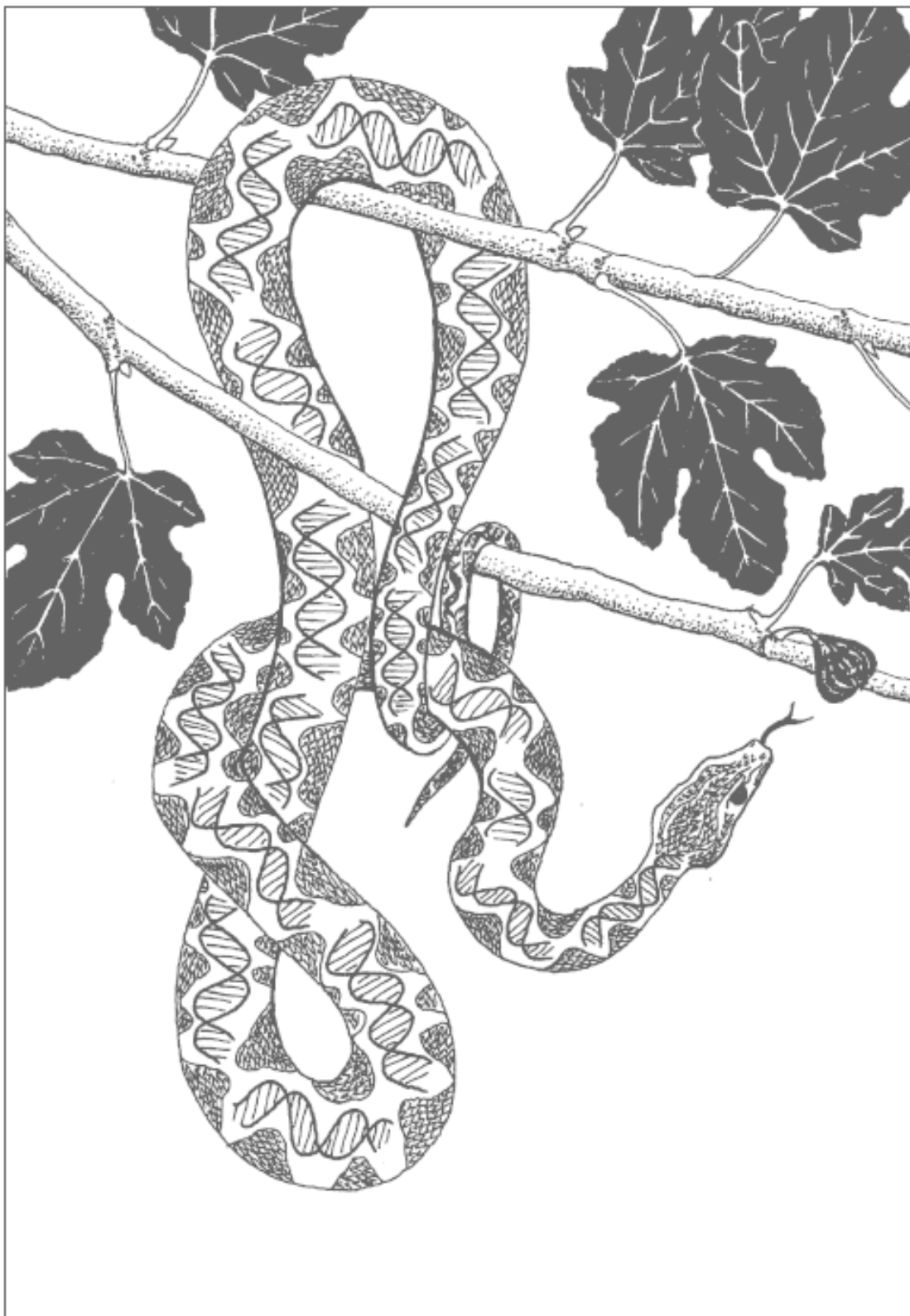
Издательство CORPUS ®

*Из Едема выходила река для орошения рая...<sup>1</sup>*

*Быт. 2:10*

---

<sup>1</sup> Все библейские цитаты даются в синодальном переводе. – *Здесь и далее, если не указано иное, прим. перев.*



## Предисловие

*Природа – лишь имя частиц, что, сойдясь  
В миллионы миллионов миллиардов,  
Играют извечный вселенский сеанс  
В бильоны бильонов бильярдов<sup>2</sup>.*

*Пит Хейн*

Пит Хейн описывает классический девственно-нетронутый мир физики. Но когда в один прекрасный момент играющие в бильярд атомы отрикошечивают так, что из них складывается объект, который обладает одним, с виду безобидным, свойством, во Вселенной происходит нечто роковое. Свойство, о котором идет речь, – это способность к самовоспроизводству. Иными словами, возникший объект может, используя находящиеся под боком материалы, создавать точные копии самого себя, в том числе со всеми незначительными изъянами, изредка возникавшими при предыдущих копированиях. Где бы во Вселенной ни произошло такое событие, его следствием оказывается дарвиновский отбор, а отсюда уже рукой подать до той барочной пышности, которую мы здесь, на этой планете, именуем жизнью. Никогда прежде объяснение столь многих фактов не вытекало из столь немногочисленных логических посылок. Мало того, что теория Дарвина обладает невероятно могущественной способностью давать объяснения, она еще и делает это на удивление экономно, с такой атлетической грацией и таким поэтическим изяществом, до каких далеко даже самым впечатляющим мифам о происхождении мира. Одной из моих целей при написании этой книги было воздать подобающие почести той способности вдохновлять, которая присуща современному дарвиновскому пониманию жизни. В митохондриальной Еве больше поэзии, чем в ее мифологической тезке. Особенностью живых существ, приводящей, по словам Давида Юма, «в восхищение всех, кто когда-либо созерцал их»<sup>3</sup>, является та замысловатая точность, с какой их механизмы – механизмы, которые Чарльз Дарвин называл «органами крайней степени совершенства и сложности»<sup>4</sup>, – соответствуют выполнению какой-либо очевидной задачи. Другая изумляющая нас черта земной жизни – это ее буйное многообразие: если исходить из примерных оценок числа биологических видов, то на свете есть несколько десятков миллионов различных способов обеспечивать свое существование. Еще одна моя цель в этой книге – убедить читателей в том, что понятие «способы обеспечивать свое существование» равносильно «способам передавать в будущее тексты, закодированные в ДНК». «Река», о которой пойдет речь, – это река ДНК, текущая сквозь геологические эпохи и разветвляющаяся на многочисленные рукава. А метафора крутых берегов, отграничивающих генетические игры разных видов друг от друга, окажется, как мы увидим, на удивление наглядным и удобным риторическим приемом.

Все мои книги так или иначе были посвящены объяснению и изучению практически безграничной мощи дарвиновского закона – мощи, которая высвобождается везде и всегда при наличии достаточного времени для того, чтобы последствия начавшегося процесса самокопирования успели проявиться во всей красе. «Река, выходящая из Эдема» продолжает ту же миссию и доводит историю о том, что может произойти после вступления репликаторов в прежде

---

<sup>2</sup> Перевод С. Черфаса.

<sup>3</sup> «Диалоги о естественной религии», ч. II, перевод С. И. Церетели.

<sup>4</sup> Цитируется по изданию Дарвин Ч. *Происхождение видов путем естественного отбора*. Л.: Наука, 1991.

незамысловатую игру атомных бильярдов, до кульминации, выходящей за пределы земного шара.

При написании этой книги я имел удовольствие получать в различных пропорциях поддержку, одобрение, советы и конструктивную критику от Майкла Бёркетта, Джона Брокмана, Стива Дэвиса, Дэниела Деннета, Джона Кребса, Сары Липпинкотт, Джерри Лайонса и в особенности от своей жены Лаллы Уорд, являющейся, кроме того, автором иллюстраций. То там, то сям попадаются абзацы, взятые в переработанном виде из ранее опубликованных статей. Фрагменты первой главы, посвященные цифровому и аналоговому кодам, написаны на основе моей статьи в журнале *The Spectator* от 11 июня 1994 года. Приводящийся в третьей главе рассказ о работе Дана Нильссона и Сусанны Пельгер по эволюции глаза я частично взял из своей статьи, напечатанной в разделе «Новости и мнения» журнала *Nature* от 21 апреля 1994 года. Выражаю признательность редакторам обоих этих изданий, заказавшим мне упомянутые статьи. И наконец, я благодарен Джону Брокману и Энтони Читэму за само предложение опубликоваться в серии «Мастера науки».

*Оксфорд, 1994 г.*



У любого народа есть величественные мифы о племени его предков, и легенды эти нередко приобретают форму религиозных культов. Люди чтут своих предков и даже поклоняются им – причем вполне заслуженно, ведь именно у настоящих предков, а вовсе не у сверхъестественных божеств, хранится ключ к пониманию жизни. Большинство рождающихся на свет организмов погибает, не достигнув зрелости. Что же касается выжившего и размножившегося меньшинства, то лишь совсем немногие из него могут рассчитывать на то, что хотя бы один их потомок будет жив тысячу поколений спустя. Все будущие поколения смогут называть своими предками только это меньшинство меньшинства, только эту прародительскую элиту. Предки – это редкость, а потомки – явление заурядное.

Все когда-либо жившие организмы – любое животное и любое растение, любая бактерия и любой гриб, все ползучие гады и все читатели этой книги – могут оглянуться в прошлое и с гордостью заявить следующее: «Ни единый из наших предков не умер в младенчестве. Все они достигли половой зрелости, и каждый из них сумел найти хотя бы одного партнера противоположного пола, чтобы благополучно с ним совокупиться<sup>5</sup>. Ни один из наших предков не был убит ни противником, ни вирусом, ни неловким шагом по краю обрыва, прежде чем оставить в этом мире хотя бы одного потомка. Тысячи современников наших предков потерпели неудачу хотя бы по одному из этих пунктов, но никто из наших предков не подкачал ни в одном». Данные утверждения обескураживающе просты, и однако же из них много чего следует: много такого, что проливает свет на тайны, и такого, что поражает воображение. Обо всем этом и пойдет речь в моей книге.

В связи с тем, что любой организм унаследовал свои гены от предков, а не от их неудачливых современников, все организмы склонны обладать успешными генами. У них имеется все необходимое для того, чтобы стать предками – то есть чтобы выживать и размножаться. Вот почему обычно организмы получают в наследство такие гены, которые способны построить отлично сработавшую машину – тело, ведущее себя так, как если бы оно активно стремилось стать предком. Вот почему птицы так хорошо летают, рыбы – плавают, обезьяны – лазают по деревьям, а вирусы – передаются от одного носителя к другому. Вот почему мы любим жизнь, любим секс и любим детей. Потому что каждый из нас, и тут нет ни единого исключения, получил все свои гены через непрерывающуюся цепочку состоявшихся предков. Мир заполняется организмами, у которых есть все, что нужно для того, чтобы стать предками. Это и есть дарвинизм, если изложить его одной фразой. Разумеется, Дарвин сказал гораздо больше, а мы сегодня можем еще больше добавить к сказанному им, так что на этом месте моя книга не заканчивается.

Смысл предыдущего абзаца может быть извращен вполне понятным и естественным, но глубоко порочным образом. Соблазнительно думать, что раз предкам удавалось быть успешными, то, вследствие этого, гены, передававшиеся детям, представляли собой усовершенствованный вариант родительских генов. Успехи предков каким-то образом сказывались на их генах, оттого-то потомки так хорошо умеют летать, плавать и соблазнять представителей противоположного пола. Неверно, абсолютно неверно! Гены не становятся лучше от долгого употребления – они просто передаются дальше в неизменном виде, если не считать крайне редких случайных ошибок. Успех не создает хороших генов. Это хорошие гены приносят успех, и ничто на протяжении всей жизни индивидуума никоим образом не влияет на его гены. У особи, родившейся с хорошими генами, больше шансов вырасти в успешного предка, поэтому хорошие гены передаются следующему поколению с большей вероятностью. Каждое поколе-

---

<sup>5</sup> Строго говоря, тут бывают исключения. Некоторые животные – например, тли – размножаются, не прибегая к половому процессу. Современные люди, благодаря таким технологиям, как искусственное оплодотворение, тоже могут завести ребенка, не вступая в половую связь и даже – поскольку яйцеклетки для оплодотворения *in vitro* могут быть взяты у плода женского пола – не достигая половой зрелости. Но в большинстве случаев на убедительность моих аргументов эти исключения никак не влияют. – *Прим. автора.*

ние – это фильтр, сито: хорошие гены имеют тенденцию проходить сквозь него в следующее поколение, а плохие обыкновенно заканчивают свой путь в организмах, которые либо гибнут в молодости, либо не размножаются. На протяжении одного-двух поколений плохие гены еще могут пройти через это сито – если, например, им повезет оказаться в одном организме с хорошими генами. Но для того, чтобы пройти через тысячу сит подряд, мало быть просто везучим. Гены, которым удалось передать себя сквозь тысячу следовавших одно за другим поколений, – это, скорее всего, хорошие гены.

Как я уже сказал, гены, выжившие в непрерывном ряду поколений, – это те самые гены, которым удалось создать предков. Это так, но тут есть одно бросающееся в глаза исключение, и мне необходимо разобраться с ним, прежде чем мысль о нем приведет кого-нибудь в замешательство. Некоторые особи могут быть непоправимо бесплодными, и все равно они, по-видимому, созданы для того, чтобы способствовать передаче своих генов будущим поколениям. Речь идет о рабочих муравьях, пчелах, осах и термитах. Они стремятся не к тому, чтобы стать предками, но чтобы предками стали их способные к размножению родственники – как правило, сестры и братья. Здесь важно понимать два момента. Во-первых, у любого вида животных сестры и братья с большой вероятностью несут в себе копии одних и тех же генов. Во-вторых, то, будет конкретный термит размножаться или же станет стерильным рабочим, определяется не генами, а условиями среды. У каждого термита есть гены, способные при одних внешних условиях сделать его рабочим, а при других – размножающейся особью. Фертильные особи передают дальше те самые гены, которые заставляют стерильных рабочих помогать им в этом деле. Копии этих генов, находящиеся в телах рабочих, прикладывают все усилия к тому, чтобы помочь копиям, находящимся в размножающихся родственниках, пройти сквозь разделяющее поколения сито. У термитов рабочими становятся как самки, так и самцы, а у муравьев, пчел и ос это всегда самки, но в остальном принцип один и тот же. В несколько смягченной форме он применим и к некоторым видам птиц, млекопитающих и других животных, у которых бремя заботы о молодяке в той или иной степени ложится на плечи старших братьев и сестер. Отсюда следует вывод: для того чтобы пробраться сквозь сито, гены могут помогать стать предком не только тому организму, в котором они оказались, но и его ближайшим родственникам.

Река, давшая название моей книге, – это река ДНК, и течет она не в пространстве, а во времени. Это река информации, а не костей и плоти; поток абстрактных инструкций о том, как строить организмы, а не материальных организмов как таковых. Информация проходит через тела живых существ и оказывает на них влияние, но нигде на своем пути не подвергается влиянию с их стороны. Причем эта река нечувствительна не только к любому опыту и любым достижениям тех организмов, через которые протекает. На нее не влияет даже такой, на первый взгляд, более опасный потенциальный источник загрязнения, как половой процесс.

В каждой клеточке вашего организма половина генов вашего отца трудится плечом к плечу с половиной генов матери. Материнские и отцовские гены объединяют свои усилия наитеснейшим образом, чтобы получился тот хитроумный и неразделимый сплав, коим вы являетесь. Но сами гены не смешиваются. Смешиваются только оказываемые ими эффекты. Сами же гены нерушимы как камень. Когда приходит время перейти в следующее поколение, любой ген либо попадает в того или иного конкретного ребенка, либо нет. Любой ваш ген попал к вам либо только от матери, либо только от отца. Также вы получили его от кого-то одного, и только одного, из четырех ваших бабушек и дедушек, от одного, и только одного, из восьми ваших прабабушек и прадедушек, и так далее вглубь поколений.

Я вел речь о генной реке, но с таким же успехом можно было бы говорить о компании надежных товарищей, путешествующей сквозь геологические эпохи. Все гены свободно скрещивающейся популяции являются в долгосрочной перспективе попутчиками друг для друга. В краткосрочной же перспективе они находятся внутри индивидуальных организмов, временно будучи ближайшими соседями других генов, оказавшихся в одном организме с ними. Гены

сохраняются в веках, только если им хорошо удается строить организмы, способные выживать и размножаться в соответствии с тем особым образом жизни, какой избрал себе данный биологический вид. Но это еще далеко не все. Любому гену для успешного выживания требуется также умение хорошо сотрудничать с остальными генами, принадлежащими тому же виду – той же самой реке. Чтобы выживать в долгосрочной перспективе, гену необходимо быть хорошим попутчиком. Он должен преуспевать в компании – или, если угодно, на фоне – других генов из той же реки. Гены различных видов находятся в разных реках. У них нет необходимости ладить друг с другом (по крайней мере, в том же смысле, что и у генов одного вида), поскольку им не приходится соседствовать внутри одних и тех же организмов.

Именно тот факт, что через всех представителей вида протекает одна и та же генная река, а все их гены должны быть готовы к тому, чтобы стать хорошими попутчиками друг для друга, и делает вид видом. Новые виды возникают тогда, когда некий уже существующий вид делится на два. Река генов разветвляется во времени. С точки зрения гена *видообразование* – возникновение новых видов – это «прощание навек». После краткого периода частичного разделения две образовавшиеся реки расходятся навсегда – или же до тех пор, пока одна из них не иссякнет, уйдя в песок. Будучи надежно ограждена берегами, вода каждой реки непрерывно перемешивается в процессе половой рекомбинации. Но она никогда не перехлестывает через них и не попадает ни в какую другую реку. Как только вид разделился, получившиеся два набора генов друг другу больше не попутчики. Отныне они не будут встречаться внутри одних и тех же тел и не обязаны ладить друг с другом. Между ними больше нет никаких контактов, причем речь здесь идет в буквальном смысле о половых контактах между организмами, их временными экипажами.

Почему видам приходится разделяться? Что кладет начало необратимому расставанию генов? Что заставляет реку ветвиться на рукава, которые будут отдаляться друг от друга и никогда не сольются вновь? Подробности этого процесса являются предметом для дискуссий, но никто не сомневается в том, что наиболее важная составляющая здесь – возникновение случайных географических барьеров. Генная река течет сквозь время, но физически гены распределены внутри трехмерных тел, у которых имеется некое местоположение в пространстве. Серая белка из Северной Америки могла бы скреститься с серой белкой, живущей в Англии, доведись им встретиться. Но такая встреча маловероятна. Североамериканская река генов серой белки де-факто отделена от английской тремя тысячами миль водной поверхности. Реальность такова, что две эти группы генов друг другу больше не попутчики, хотя, по-видимому, они все еще были бы способны составить друг другу неплохую компанию, представься им такая возможность. Они уже простились друг с другом, пускай – пока что – и не окончательно. Но еще какие-нибудь несколько тысяч лет разлуки – и, вполне вероятно, две эти реки разойдутся так далеко, что принадлежащие к ним беличьи особи, встретившись, уже не смогут обменяться генами. Под «разойдутся» в данном случае имеется в виду расхождение не в пространстве, а в совместимости.

Почти наверняка что-то подобное имело место и при более давнишнем разделении белок на серых и рыжих. Они не способны скрещиваться друг с другом. В Европе их ареалы частично пересекаются, но – хотя им доводится встречаться и, вероятно, ссориться из-за какого-нибудь ореха – спариваться и производить плодovитое потомство они не могут. Их генетические реки разошлись слишком далеко – иначе говоря, их гены больше не годятся для совместной деятельности внутри организма. Много поколений назад предки серых и рыжих белок были одними и теми же особями. Но потом они оказались разделены географически: быть может, горным хребтом или же водной поверхностью, а в конечном итоге – Атлантическим океаном. Их генные ансамбли развивались по-разному. Географическое разделение привело к недостаточной совместимости. Хорошие попутчики стали плохими попутчиками (или оказались бы таковыми, пройди они проверку скрещиванием). Со временем плохие попутчики сделались

еще хуже – вплоть до того, что теперь им и вовсе не по пути. Они распрощались окончательно. Эти две реки разошлись, и им суждено расходиться все дальше и дальше. Точно такая же история послужила причиной и, скажем, случившегося в гораздо более давние времена отделения наших с вами предков от предков слонов. Или предков страуса (ставших при этом и нашими с вами предками) от предков скорпиона.

Сегодня река ДНК насчитывает примерно тридцать миллионов рукавов, ибо именно такова современная оценка числа живущих на Земле видов. Полагают также, что ныне живущие виды составляют около 1 % всех видов, когда-либо населявших Землю. Отсюда следует, что в общей сложности от реки ДНК ответвлялось приблизительно три миллиарда рукавов. Нынешние тридцать миллионов ответвлений разделены окончательно и бесповоротно. Большой их части предстоит иссякнуть, поскольку большинство видов вымирает. Если вы поплывете вверх по любой из этих рек (для простоты я буду называть рукава реками), то обнаружите, что все они по очереди присоединяются друг к другу. Река человеческих генов объединяется с рекой генов шимпанзе примерно в то же время, что и с рекой генов гориллы, – около семи миллионов лет назад. Если подняться еще на несколько миллионов лет вверх по течению, то можно увидеть, как наша общая с этими обезьянами африканская река сольется с потоком генов орангутана. Отойдя еще назад, мы увидим и ответвление реки гиббонных генов – реки, впоследствии разделяющейся на целый ряд отдельных видов, к которым относятся гиббоны и сиаманг. По мере того как мы будем двигаться все дальше и дальше обратно во времени, наша генетическая река объединится с реками, дающими начало обезьянам Старого Света, обезьянам Нового Света и мадагаскарским лемурам. В еще более далеком прошлом наша река встретится с реками, ведущими к другим крупным группам млекопитающих: грызунам, кошкам, летучим мышам, слонам. А затем мы доберемся и до начала потоков, текущих по направлению к различным видам пресмыкающихся, птиц, земноводных, рыб и беспозвоночных.

Но в одном отношении с этой «речной» аналогией следует соблюдать осторожность. Когда мы рассуждаем об ответвлении, ведущем ко всем млекопитающим сразу, а не только, скажем, к серым белкам, есть искушение представлять себе нечто грандиозное, наподобие Миссисипи или Миссури. Ведь, в конце концов, этому рукаву предстояло ветвиться вновь и вновь, чтобы дать начало всем млекопитающим – от малой бурузубки до слона, от кротов под землей до обезьян на верхушках деревьев. Данному ответвлению суждено будет наполнять тысячи и тысячи магистральных водных путей, так как же ему не быть могучим, бурным потоком? И тем не менее такой образ глубоко ошибочен. Когда предки всех современных млекопитающих отделились от немлекопитающих, это событие было не более значительным, чем какой угодно другой случай видообразования. Оно прошло бы незамеченным для любого натуралиста, что оказался бы в то время поблизости. Новый рукав генной реки был бы для него всего лишь тоненькой стружкой, ютившейся внутри разновидности мелких ночных существ, которые отличались от своих немлекопитающих родственников не больше, чем рыжая белка от серой. Мы вообще только теперь, задним числом, можем отнести тогдашнее предковое млекопитающее к млекопитающим. В те же времена это была просто еще одна звероподобная рептилия – вероятно, едва отличимая от дюжины других видов небольших длиннордых насекомоядных созданий, служивших закуской для динозавров.

Так же без особой шумихи должен был произойти и более давний раскол между предками всех главных групп животного царства: позвоночных, моллюсков, ракообразных, насекомых, кольцецов, плоских червей, кишечнополостных и так далее. Когда река, которая впоследствии привела к моллюскам (и не только), отделилась от реки, ведущей к позвоночным (и не только), это были две популяции похожих друг на друга (и, вероятно, червеподобных) существ, способных скрещиваться между собой. Единственная причина, почему они не скрещивались, состояла в том, что они случайно оказались разделены каким-то физическим барьером – например полоской суши, перегородившей прежде единый водоем. Никому бы и в голову не могло

прийти, что одной из популяций предназначено породить моллюсков, а другой – позвоночных. Две эти реки ДНК были бежавшими бок о бок ручейками, а две разновидности животных едва ли можно было отличить друг от друга.

Все это известно зоологам, но иногда вылетает у них из головы, когда они рассматривают действительно крупные таксономические группы вроде моллюсков или позвоночных и не могут совладать с искушением представлять себе разделение основных типов животных как событие огромной важности. В такое заблуждение зоологи могут впасть по той причине, что в них смолоду возвращалась почти что священная вера в то, что каждое из крупных подразделений животного царства обладает своим уникальным свойством, которое нередко называют немецким словом *Bauplan*. Это слово, хотя оно и означает просто «чертеж», сделалось общепризнанным научным термином, и я буду употреблять и видоизменять его наравне с обычными английскими словами, пусть даже оно и отсутствует (как я обнаружил к своему легкому удивлению) в последнем издании «Оксфордского словаря английского языка». (Поскольку я люблю это слово меньше, чем иные мои коллеги, то испытываю по поводу этого отсутствия некоторую *сатисфакцию* и приятный *тремор*; оба эти иностранных слова в словаре имеются, так что там нет предубеждения против заимствований как таковых.) При использовании в качестве научного термина бауплан зачастую переводится как «фундаментальный план строения». Вот это-то слово «фундаментальный» (или аналогичный ему переход на немецкий в целях нагнетания глубокомысленности) и есть источник неприятностей. Оно может подталкивать зоологов к серьезным ошибкам.

Так, один из них, например, высказал идею, что в кембрийском периоде (где-то между шестьюстами и пятьюстами миллионов лет назад) эволюция должна была представлять собой в корне иной процесс, нежели в последующие времена. Аргументировал он это тем, что в наши дни возникают новые виды, а в кембрии появлялись группы более высокого ранга – скажем, моллюски или ракообразные. Ошибочность таких рассуждений вопиюща! Даже столь радикально непохожие друг на друга существа, как моллюски и ракообразные, изначально были просто географически разделенными популяциями одного вида. В течение какого-то срока они могли бы скрещиваться при встрече, но встречаться им не доводилось. После того как на протяжении миллионов лет они эволюционировали по отдельности, у них появились те признаки, которые мы ретроспективным взглядом современного зоолога определяем как собственные моллюскам или ракообразным. Пышный титул «фундаментальный план строения» или «бауплан» придает этим признакам важность. Но все главные баупланы животных обособлялись от общего источника путем постепенных преобразований.

Тут следует упомянуть о незначительном, хотя и породившем немало шума, разногласии насчет того, *насколько* плавно или «скачкообразно» движется эволюция. Но никто – в буквальном смысле никто – не считает ее настолько скачкообразной, чтобы новый бауплан мог возникнуть целиком и сразу. Автор, на чьи идеи я ссылаюсь выше, излагал их в 1958 году. Немногие зоологи открыто встали бы на его позицию сегодня, но иногда они невольно ее подразумевают, когда рассуждают так, будто основные группы животных появились внезапно и полностью оформившимися: как Афина из головы Зевса, а не вследствие расхождения предковой популяции, разделенной случайным географическим барьером<sup>6</sup>.

Как бы там ни было, молекулярно-биологические исследования показали, что крупнейшие группы животного царства гораздо более близкородственны друг другу, чем мы прежде думали. Генетический код можно рассматривать как словарь, где шестьдесят четыре слова одного языка (шестьдесят четыре возможные тройки четырехбуквенного алфавита) соответствуют двадцати одному слову другого (двадцать аминокислот плюс знак препинания). Шансы

---

<sup>6</sup> Читателям не помешало бы иметь это в виду при чтении «Удивительной жизни» Стивена Джея Гулда – превосходно написанного повествования о кембрийской фауне из сланцев Бёрджес. – *Прим. автора.*

дважды получить такое соответствие 64:21 в силу случайности составляют менее одного к миллиону миллионов миллионов миллионов. И однако же у всех когда-либо виденных животных, растений и бактерий генетический код буквально один и тот же. Несомненно, все живущие на Земле существа происходят от одного-единственного предка. Никто с этим и не спорит, но теперь, когда мы изучаем уже не код как таковой, а точные последовательности генетической информации, обнаруживаются примеры поразительного сходства между, скажем, насекомыми и позвоночными. За сегментированное строение насекомых отвечает довольно сложный генетический механизм. И у млекопитающих тоже был найден невероятно похожий элемент геномной машинерии. С молекулярной точки зрения все животные приходятся весьма близкой родней друг другу и даже растениям. За дальними родственниками нужно идти к бактериям, но и у тех генетический код идентичен нашему. Причина, почему на основании генетического кода можно уверенно делать подобные выводы, а на основании анатомических баупланов – нет, состоит в том, что генетический код является строго цифровым, а цифры – это как раз то, при помощи чего делаются надежные вычисления. Генная река – река цифровая, и теперь я должен объяснить, что же конкретно означает этот технический термин.

Инженеры проводят важное разграничение между цифровым кодированием и аналоговым. В проигрывателях грампластинок, магнитофонах, а также (до последнего времени) и в большинстве телефонов используется аналоговый код. А код, используемый в компакт-дисках, компьютерах и большинстве новых телефонных систем, – цифровой. Аналоговая система телефонной связи преобразует меняющиеся волны давления воздуха (звуки) в соответствующим образом меняющиеся волны электрического напряжения в проводе. Грампластинка работает по сходному принципу: неровности звуковой дорожки заставляют вибрировать иглу звукоснимателя, и ее движения преобразуются в соответствующие им электрические колебания. На другом конце провода мембрана наушника телефонной трубки или динамик электропроигрывателя превращают эти перепады напряжения обратно в колебания давления воздуха – так, чтобы мы могли их слышать. Данный способ кодирования прост и прямолинеен: электрические колебания в проводе пропорциональны колебаниям воздушного давления. Напряжение в проводе может принимать – в определенных пределах – любые значения, и различия между этими значениями имеют принципиальную важность.

А в цифровом телефоне передающееся по проводу напряжение может принимать только два значения – ну или какое-нибудь другое количество отличных друг от друга значений, например 8 или 256. И информация спрятана не в самих этих значениях, а в их последовательности. Такая техника называется импульсно-кодовой модуляцией. В любой отдельно взятый момент времени реальное значение напряжения редко в точности равняется какой-либо из, скажем, восьми допустимых величин, но приемное устройство округляет его до ближайшей из них, так что сигнал приходит на другой конец провода практически без искажений, даже если качество передачи так себе. Все, что требуется, – выбрать достаточно далекие друг от друга значения, чтобы случайные отклонения от них не были истолкованы принимающей аппаратурой ошибочно и отнесены не к той категории. В этом состоит огромное преимущество цифровых кодов и причина того, почему аудио- и видеосистемы – как и информационные технологии в целом – все больше и больше переходят на цифровые рельсы. Понятно, что компьютеры, что бы они ни делали, используют цифровой код. В целях удобства код этот двоичный, то есть уровней напряжения, которыми он оперирует, только два, а не 8 и не 256.

Даже если телефон цифровой, звуки, входящие в микрофон и выходящие через наушник, все равно представляют собой аналоговые колебания давления воздуха. Цифровой является только та информация, что перемещается от одной трубки к другой. Для того чтобы по-микросекундно переводить аналоговые показатели в последовательность дискретных импульсов – «оцифровывать» их, – должен быть разработан некий код. Когда вы умоляете по телефону своего возлюбленного или возлюбленную, каждый нюанс, каждое прерывание вашего голоса,

каждый страстный вздох и тоскливый стон передается по проводу исключительно в форме чисел. Числа, если кодировать и декодировать их достаточно оперативно, могут растрогать вас до слез. Современные электронные переключатели работают так быстро, что время, используемое телефонной линией, может быть поделено на малюсенькие промежутки, подобно тому как гроссмейстер в ходе сеанса одновременной игры распределяет свое время между двадцатью досками. Таким образом, телефонная линия способна вместить тысячи разговоров – с виду одновременно, но на электронном уровне эти разговоры обособлены и друг другу не мешают. Магистральный канал передачи телефонных данных – в настоящее время многие такие каналы являются вовсе не проводами, а радиосигналами, передаваемыми либо напрямую от одной возвышенности к другой, либо рикошетом от спутников, – представляет собой громадную реку из цифр. Но на самом деле, благодаря искусственному электронному разделению, это не одна, а тысячи рек, которые текут в одних и тех же берегах только в некоем поверхностном смысле – как рыжие и серые белки, что скачут по одним и тем же деревьям, но никогда не смешивают свои гены.

Если снова обратиться к миру техники, то недостатки аналоговых сигналов не играют большой роли, куда сигнал не копируется многократно. Шипение магнитной ленты может быть слабым, едва заметным, если только вы не усилите звук – тогда оно возрастет и к нему прибавятся кое-какие дополнительные шумы. Но если сделать запись с этой пленки на другую, с другой на третью и так далее, опять и опять, то по прошествии сотни «поколений» не останется ничего, кроме ужасающего скрежета. Похожая проблема возникала и с телефонами – в те времена, когда они были аналоговыми. Любой телефонный сигнал, передаваемый по длинному проводу, постепенно глохнет, и его необходимо усиливать через каждые сто миль или около того. В аналоговую эпоху это было кошмаром для инженеров, поскольку доля фоновых шумов увеличивалась на каждом очередном этапе усиления сигнала. Цифровые сигналы тоже нуждаются в усилении. Но в этом случае, по уже известным нам причинам, оно не приводит ни к каким ошибкам: систему можно отладить таким образом, чтобы информация проходила по ней без искажений, независимо от количества промежуточных пунктов усиления сигнала. Даже на протяжении многих сотен миль шипение возрастет не будет.

Когда я был маленьким, мама говорила мне, что наши нервные клетки – это телефонные кабели организма. Но какого рода кабели, аналоговые или цифровые? Оказывается, любопытная смесь того и другого. Нервная клетка не похожа на электрический кабель. Она представляет собой длинную тонкую трубочку, вдоль которой, подобно искрам по пороховой дорожке, пробегают волны химических изменений, – с той разницей, что нерв, в отличие от пороховой дорожки, быстро возвращается в исходное состояние и после короткого периода покоя готов искриться вновь. Амплитуда волны – «температура пороха» – может в ходе перемещения по нерву меняться, но это не имеет значения. Для кода это все равно. Электрический импульс либо есть, либо его нет – как в случае двух дискретных уровней напряжения у цифрового телефона. В этом отношении нервная система является цифровой. Однако никто не укладывает нервные импульсы в прокрустово ложе байтов, не преобразует их в обособленные числа. Вместо этого интенсивность сигнала (громкость звука, яркость освещения, а может быть, даже накал страстей) кодируется в виде частоты импульсов. Этот способ известен инженерам как частотно-импульсная модуляция, и они охотно им пользовались, прежде чем принять на вооружение импульсно-кодированную модуляцию.

Частота импульсов – величина аналоговая, но сами импульсы цифровые: они или есть, или их нет, без каких-либо промежуточных вариантов. И нервная система, подобно любой цифровой системе, извлекает из этого выгоду. Она устроена так, что в ней тоже есть свои эквиваленты усилителей сигнала, только расположены они не через каждые сто миль, а через каждый миллиметр – восемьсот усиливающих промежуточных станций на пути от вашего спинного мозга до кончика пальца. Если бы абсолютная интенсивность нервного импульса

– «горения пороха» – имела значение, то при своем перемещении по человеческой руке (не говоря уже о шее жирафа) сигнал исказился бы до неузнаваемости. На каждом этапе его усиления добавлялись бы новые случайные ошибки, как это происходит, когда мы переписываем что-либо с одной пленки на другую восемьсот раз подряд. Или когда мы делаем ксерокопию ксерокопии ксерокопии. Все, что останется после восьмисот «поколений» фотокопирования, – это серое размытое пятно. Для нервных клеток единственным решением данной проблемы было цифровое кодирование, и естественный отбор не преминул им воспользоваться. То же самое справедливо и для генов.

По моему мнению, Фрэнсис Крик и Джеймс Уотсон, разгадавшие молекулярную структуру гена, должны пользоваться почетом на протяжении того же числа столетий, что и Аристотель с Платоном. Им присуждены Нобелевские премии «по физиологии и медицине», и это справедливо, но едва ли не слишком мелко. Словосочетание «непрерывная революция» почти что противоречит самому себе, и однако же прямым следствием того переворота в мышлении, который спровоцировали двое этих молодых людей в 1953 году, стали непрекращающиеся революционные преобразования не только в медицине, но и в нашем понимании жизни вообще. Сами гены и генетические заболевания – это только верхушка айсберга. Подлинно революционным в молекулярной биологии после Уотсона и Крика оказалось то, что она стала цифровой.

Благодаря Уотсону с Криком мы узнали, что гены как таковые, в мельчайших деталях своего устройства, представляют собой длинные цепочки цифровой информации в чистом виде. Более того, они являются истинно цифровыми, в том же полном и строгом смысле, что компьютеры или компакт-диски, а не на тех шатких основаниях, на каких цифровой можно называть нервную систему. Генетический код не двоичный, как у компьютеров, и не восьмизначный, как в некоторых телефонных системах, он – четверичный, в нем четыре символа. Машинный код генов поразительно напоминает компьютерный. Если бы не различия в терминологии, то журнал, посвященный молекулярной биологии, вполне мог бы обмениваться страницами с журналом о вычислительной технике. Помимо многих других своих последствий, эта цифровая революция, сотрясая самые основы понимания жизни, нанесла окончательный, сокрушительный удар по витализму – учению о том, что живая материя коренным образом отличается от неживой. Вплоть до 1953 года еще можно было верить, будто в протоплазме живой клетки содержится нечто заведомо таинственное и недоступное пониманию. Теперь с этим покончено. Даже те философы, что были склонны к механистическим взглядам на жизнь, не смели надеяться на столь полное осуществление самых дерзких своих чаяний.

Если вообразить себе технологию, отличающуюся от современных разве что чуть большей быстродейственностью, то вполне правдоподобен следующий научно-фантастический сюжет. Враждебные иностранные силы выкрали профессора Криксона и заставляют его работать над созданием биологического оружия. Для спасения цивилизации ему жизненно необходимо сообщить некую секретную информацию во внешний мир, но все обычные каналы связи для него закрыты. За исключением одного. Код ДНК состоит из шестидесяти четырех троичных «кодонов» – достаточно, чтобы зашифровать весь английский алфавит (как заглавные буквы, так и строчные) плюс десять цифр, знак пробела и точку. Профессор Криксон берет с лабораторной полки особо заразный штамм вируса гриппа и встраивает в его геном полный текст своего послания внешнему миру, написанного великолепным английским языком. Он многократно воспроизводит свое послание в разных частях модифицированного генома с добавлением легко распознаваемой «сигнальной» последовательности – скажем, первой десятки простых чисел. Затем он заражает этим вирусом сам себя и чихает в комнате с большим скоплением народа. По планете прокатывается волна эпидемии гриппа, и медицинские лаборатории разных стран принимают за расшифровку вирусного генома, чтобы разработать вакцину. Вскоре выясняется, что в геноме имеется странная повторяющаяся

яся последовательность. Кого-нибудь настораживают простые числа – такое не могло возникнуть спонтанно, – и он догадывается прибегнуть к методам дешифровки. Отсюда уже рукой подать до прочтения написанного профессором Криксоном англоязычного текста, прочитанного по всему миру.

Наша генетическая система – универсальная для всего живого на планете – является в самой своей основе цифровой. В тех участках человеческого генома, что в настоящее время заполнены «мусорной» ДНК – то есть такой ДНК, которая не используется организмом (по крайней мере, по прямому назначению), – можно при желании зашифровать с дословной точностью полный текст Нового Завета. В каждой клетке вашего тела содержится нечто аналогичное сорока шести гигантским лентам с записанными на них цифровыми данными, неустанно снимаемыми огромным количеством одновременно работающих считывающих головок. Во всех клетках эти ленты – хромосомы – несут одну и ту же информацию, но считывающие головки каждого типа клеток отыскивают различные участки «базы данных» для сугубо своих, специализированных целей. Вот почему мышечные клетки так отличаются от клеток печени. Нет никакой одушевленной жизненной силы, никакого пульсирующего, самовоспроизводящегося, протоплазменного, мистического киселя. Жизнь – это просто байты, байты и еще раз байты цифровой информации.

Гены – это информация в чистом виде: информация, которую можно зашифровать, перешифровать и расшифровать без потерь и искажений смысла. Чистая информация может быть скопирована, и, поскольку речь идет о цифровой информации, точность этого копирования будет высочайшей. Та аккуратность, с какой воспроизводятся «буквы» ДНК, способна составить конкуренцию любым достижениям современных инженеров. Эти символы копируются из поколения в поколение, и случайные ошибки редки – их хватает только на то, чтобы вносить некоторое разнообразие. Очевидно, что среди получающегося разнообразия наиболее многочисленными будут произвольно становиться те комбинации символов, которые, будучи расшифрованными и примененными внутри организмов, заставляют организмы предпринимать активные шаги по сохранению и распространению этих самых ДНК-инструкций. Мы – и под «нами» я подразумеваю все живое – представляем собой машины выживания, запрограммированные распространять цифровую базу данных, запрограммировавшую нас. Выходит, что дарвинизм – это выживание тех, кто выжил на уровне строгого цифрового кода.

Задним числом понятно, что иначе и быть не могло. В аналоговой генетической системе нет ничего невообразимого, но мы уже видели, что происходит с аналоговой информацией при повторном копировании. Это «испорченный телефон». Усиленные телефонные сигналы, многократно переписанные магнитофонные ленты, ксерокопии ксерокопий – аналоговые данные так подвержены постепенному разрушению, что копирование возможно лишь на протяжении ограниченного числа поколений. Гены же способны самовоспроизводиться хоть десять миллионов раз подряд, едва ли вообще хоть сколько-нибудь разрушаясь. Дарвинизм возможен только потому, что – если не считать отдельных мутаций, которые естественный отбор либо выпалывает, либо сохраняет, – копировальный процесс безупречен. Лишь цифровой генетической системе под силу поддерживать жизнь по Дарвину в течение эонов. Тысяча девятьсот пятьдесят третий год – год двойной спирали – войдет в историю не только как дата, положившая конец мистическим и обскурантистским взглядам на живую природу; для ученых-дарвинистов он станет также годом, начиная с которого их предмет окончательно перешел на цифровые рельсы.

Река чистейшей цифровой информации, величаво текущая сквозь геологические эпохи, разветвляясь на три миллиарда рукавов, – картина впечатляющая. Но какое место она отводит привычным для нас признакам живого? Где на ней организмы, руки и ноги, глаза, мозги и вибриссы, листья, стволы и корни? Неужели мы – животные, растения, простейшие, грибы и бактерии – всего лишь берега для ручейков с цифровыми данными? В каком-то смысле так

оно и есть. Но этим, как я уже намекал, дело не исчерпывается. Гены не только производят собственные копии, перетекающие от поколения к поколению. Они еще и проводят свое время внутри сменяющих друг друга организмов, влияя на их форму и поведение. Организмы тоже кое-что да значат.

Скажем, тело белого медведя – это не просто пара берегов для цифровой струйки. Также оно – сложный механизм размером с медведя. Все гены, принадлежащие целой популяции белых медведей, представляют собой коллектив надежных попутчиков, то и дело встречающихся друг с другом. Но это не значит, будто они проводят все свое время сразу со всеми остальными членами коллектива; в рамках имеющегося множества попутчиков им постоянно приходится менять компанию. Упомянутое множество определяется как набор тех генов, которые потенциально могут встретиться с любыми другими генами из того же набора (но ни с одним геном из существующих на свете тридцати миллионов других наборов). Сами же встречи происходят внутри какой-либо клетки в организме белого медведя. И организм этот – отнюдь не пассивный резервуар для ДНК.

Начнем с того, что само количество клеток белого медведя, в каждой из которых имеется полный набор генов, поражает воображение: около девятисот миллионов миллионов для взрослого самца. Если выстроить все клетки единственной медвежьей особи в ряд, то получившуюся линию можно было бы протянуть отсюда до Луны и обратно. Эти клетки распределяются между парой сотен четко различимых клеточных типов, более или менее общих для всех млекопитающих: мышечные клетки, нервные клетки, клетки костей, кожи и так далее. Клетки, принадлежащие к каждому из этих определенных типов, собираются вместе, формируя ткани: мышечную, костную и прочие. Во всех этих непохожих друг на друга клетках содержатся генетические инструкции по производству любой из них. Однако работают в них только те гены, которые необходимы для соответствующей ткани. Вот почему клетки из разных тканей отличаются друг от друга по форме и размеру. Еще любопытнее то, что гены, включающиеся в том или ином типе клеток, делают так, чтобы образующаяся из этих клеток ткань тоже принимала определенную форму. Кости – это отнюдь не аморфная масса жесткой и прочной ткани. Каждая кость имеет особые очертания со свойственными ей полыми трубками, шишками, впадинами, выступами и отростками. Клетки, благодаря включающимся у них внутри генам, запрограммированы вести себя так, словно им известно, где они расположены относительно своих соседей по ткани и как им следует выстраиваться, чтобы приобрести форму ушной раковины, сердечного клапана, хрусталика или мышцы сфинктера.

Сложность организма, такого как полярный медведь, многослойна. Организм представляет собой замысловатую совокупность филигранно отделанных органов вроде печени, почек или костей. А каждый орган – это многоуровневое строение, составленное из определенных тканей, строительными блоками которых являются клетки, обычно расположенные слоями и пластинами, но нередко образующие и плотные скопления. Если же увеличить масштаб, то каждая клетка обладает крайне сложной внутренней структурой из складчатых мембран. Эти мембраны, а также жидкость между ними, служат полигоном для протекания хитроумных и очень разнообразных химических реакций. На химзаводе, принадлежащем компании ICI или *Union Carbide*, может проводиться несколько сотен реакций различного типа. Эти химические реакции разграничены стенками колб, пробирок и тому подобного. Количество реакций, одновременно протекающих внутри живой клетки, может быть не меньшим. В каком-то смысле мембраны клетки сродни стеклянной химической посуде, но аналогия эта неудачна по двум причинам. Во-первых, хотя многие реакции идут между мембранами, немало их протекает и непосредственно *внутри* вещества мембран. Во-вторых, здесь существует и иной, более важный способ отграничивать реакции друг от друга: каждая из них катализируется своим собственным специфическим ферментом.

Ферментом называется очень крупная молекула, чья трехмерная структура ускоряет какую-то одну определенную химическую реакцию, обеспечивая благоприятную для протекания этой реакции поверхность. А поскольку трехмерная структура – это в биологических молекулах самое главное, мы можем представить себе фермент в виде большого станка, тщательно отлаженного для того, чтобы штамповать молекулы определенной формы. Таким образом, внутри каждой отдельно взятой клетки – на поверхности различных молекул ферментов – могут одновременно и обособленно друг от друга протекать сотни разнообразных химических реакций. То, какие именно реакции происходят в данной клетке, определяется наличием в ней тех или иных ферментов в достаточном количестве. Формирование каждой молекулы фермента, в том числе и придание ей столь необходимой пространственной структуры, обусловлено действием некоего конкретного гена. Дело в том, что точная последовательность нескольких сотен кодовых знаков в гене определяет – в соответствии с набором правил, доподлинно нам известных и называемых генетическим кодом, – последовательность аминокислот в молекуле фермента. Каждый фермент – это линейная цепочка аминокислот, а каждая линейная цепочка аминокислот спонтанно сворачивается в особенную, уникальную трехмерную структуру, наподобие узла, где одни участки цепи образуют шивки с другими участками. Точная трехмерная структура такого узла определяется одномерной последовательностью аминокислот, а значит, одномерной последовательностью кодовых символов в гене. Вот каким образом химические реакции, протекающие в клетке, зависят от того, какие гены в ней работают.

Ну а от чего же в таком случае зависит включение тех или иных генов в конкретной клетке? Ответ: от того, какие химические вещества в ней уже имеются. Здесь есть что-то от парадокса про курицу и яйцо, но проблема эта не непреодолима. Принцип ее решения крайне прост, хотя подробности и трудны для понимания. В информатике этот принцип называется самозагрузкой. Когда я только начинал пользоваться компьютерами в 1960-е годы, все программы загружались при помощи бумажной ленты. (В Америке в те времена для этой цели нередко использовались перфокарты, но действовали они точно так же.) Прежде чем ввести в компьютер длинную ленту с какой-нибудь серьезной программой, следовало установить на него небольшую программу, называемую загрузчиком. Программа эта выполняла только одно действие: объясняла компьютеру, как загружать бумажные ленты. Но вот наш «курино-яичный» парадокс: как же можно было загрузить ленту с программой-загрузчиком? В современные компьютеры аналог такой программы встроен изначально, но в те далекие времена вам сперва приходилось щелкать переключателями в некой ритуальной последовательности, которая объясняла компьютеру, как прочесть начало ленты с программой-загрузчиком. Затем это начало сообщало ему, как прочесть следующий участок ленты, и так далее. По мере того как вся лента с программой-загрузчиком оказывалась заглочена компьютером, он уже умел читать любые бумажные ленты и был готов к использованию.

При формировании зародыша вначале одна-единственная клетка – оплодотворенная яйцеклетка – делится на две, каждая половинка тоже делится, образуя четыре клетки, которые, в свою очередь, образуют восемь, и так далее. Через какие-нибудь несколько десятков делений количество клеток будет исчисляться триллионами – такова мощь экспоненциального роста. Но, если бы дело только тем и ограничивалось, все эти триллионы клеток были бы одинаковыми. Каким же образом им тогда удастся дифференцироваться (прибегнем к этому научному термину) в клетки печени, почек, мышц и прочего? Тоже путем самозагрузки, и вот как это происходит. Несмотря на то что яйцеклетка имеет сферическую форму, ее внутреннему содержанию присуща полярность. У нее есть верхняя и нижняя часть, равно как и, во многих случаях, передняя и задняя (а также, следовательно, левая и правая стороны). Полярность эта проявляется в виде градиента концентрации различных веществ. Концентрация одних постепенно возрастает от переднего края к заднему, концентрация других – от верхушки к низу.

Эти первичные градиенты весьма просты, но для того, чтобы осуществить первый этап «самозагрузки», их достаточно.

Когда из яйца образуется, скажем, тридцать две клетки (то есть после пяти делений), в одних клетках окажется больше, чем полагалось бы по справедливости, химических соединений из верхней части, а в других – соединений из нижней части. Кроме того, вещества могут неравномерно распределяться между клетками и в передне-заднем направлении. Этой разницы хватает для того, чтобы включить различные комбинации генов в различных клетках. Таким образом, клетки разных частей зародыша уже на ранних этапах его развития содержат разный набор ферментов, благодаря чему в клетках следующих поколений включаются все новые и новые комбинации генов. Следовательно, клеточные линии эмбриона преобразуются по-разному, а не остаются идентичными своим предшественницам и друг другу.

Это расхождение существенно отличается от того расхождения между видами, о котором мы говорили выше. Клеточное запрограммировано и предсказуемо до мелочей, в то время как видовое было непредсказуемым и случайным результатом географических событий. Более того, при расхождении видов накапливаются различия и между генами – то, что я романтически назвал «прощанием навек». А когда внутри зародыша однородная группа клеток разделяется на две, обе дочерние линии получают одни и те же гены, а именно – все. Однако в разных клетках оказываются разные сочетания химических веществ, что приводит в действие разные сочетания генов, причем функция некоторых генов состоит в том, чтобы включать или выключать другие гены. И такая «самозагрузка» продолжается до тех пор, пока мы не получим полного набора различных клеточных типов. Развивающийся эмбрион не только дифференцируется в пару сотен разнообразных типов клеток. Также его внутреннее и внешнее строение претерпевает изящные динамические преобразования, самым значительным из которых является, вероятно, одно из самых первых: процесс, называемый гастрულიей. Выдающийся эмбриолог Льюис Вольперт заявил даже, что «самое важное событие в вашей жизни – не рождение, не женитьба и не смерть, а гастрულიя». В ходе гастрულიи полый шарик из клеток изгибается, образуя двухслойную чашу. Практически все представители животного царства проходят в своем развитии через данный этап. На этом общем фундаменте покоится все эмбриологическое разнообразие. Гастрულიю я здесь привел просто как единичный и особенно яркий пример беспокойного, напоминающего оригами движения клеточных листков, часто наблюдаемого при развитии зародышей.

По завершении виртуозно выполненного оригами, после нескончаемого складывания, выпячивания, впячивания и растягивания клеточных слоев, после динамичного регулирования скорости роста одних частей зародыша относительно других, после дифференцировки сотен специализированных типов клеток, различающихся по химическому составу и физическим свойствам, после того как общее число клеток будет исчисляться триллионами, возникнет конечный результат – младенец. Впрочем, и этот результат еще не конечный, поскольку весь процесс роста взрослеющего, а затем стареющего индивидуума (роста, при котором опять-таки одни части организма увеличиваются быстрее других) можно рассматривать как продолжение все того же эмбрионального развития – как этап развития индивидуального, или онтогенеза.

Люди не похожи друг на друга из-за количественных различий в некоторых деталях онтогенеза. Клеточный слой вырос чуть-чуть дальше, прежде чем подогнуться, и мы получаем... Что же именно? Орлиный нос вместо вздернутого; плоскостопие, которое, быть может, спасет вам жизнь, так как из-за него вас не примут в армию; особую форму лопатки, способствующую тому, что вы будете хорошо бросать копьа (или ручные гранаты, или крикетные мячи, в зависимости от обстоятельств). Порой индивидуальные отличия в оригами клеточных слоев оказываются трагическими – например, рождается ребенок с культями вместо рук. Последствия тех индивидуальных отличий, которые проявляются не в клеточных оригами, а исключительно на химическом уровне, могут быть не менее серьезными: неспособность переваривать молоко,

предрасположенность к гомосексуальности, или к аллергии на арахис, или к ощущению, будто манго неприятно отдает скипидаром.

Эмбриональное развитие – очень сложное физическое и химическое действо. Малейшее изменение на любом его этапе может иметь значительные последствия в дальнейшем. Что не так уж удивительно, если вспомнить, насколько это самозагружающийся процесс. Многие отличия в индивидуальном развитии обусловлены разницей в условиях окружающей среды, например, кислородным голоданием или воздействием талидомида. Многие другие различия обусловлены генами – причем рассматриваемыми не по отдельности, а во взаимодействии друг с другом и с особенностями окружающей среды. Такой многосоставной, калейдоскопический, причудливо самозагружающийся процесс, как развитие зародыша, одновременно и устойчив, и чувствителен. Устойчив он потому, что успешно предотвращает многие потенциальные изменения, производя на свет живого младенца вопреки непредвиденностям, которые иногда кажутся непреодолимыми. И в то же время он до такой степени чувствителен к изменениям, что два индивидуума, будь то даже однояйцевые близнецы, не могут быть в буквальном смысле слова идентичными по всем признакам.

Итак, к чему я, собственно, веду. В той степени, в какой индивидуальные различия обусловлены генами (а степень эта бывает как маленькой, так и большой), естественный отбор может благоприятствовать одним особенностям эмбриологического оригами или эмбриологической химии и не благоприятствовать другим. В той степени, в какой гены влияют на вашу способность совершать меткие броски, она может быть поддержана или не поддержана отбором. Если эта способность хоть сколько-нибудь, сколь угодно мало, помогает индивидууму дожить до детородного возраста, то в той степени, в какой она предопределена некими генами, возрастают и шансы этих генов прорваться в следующее поколение. Любая особь может погибнуть по причинам, никак не связанным с ее метательными способностями. Но ген, при наличии которого эти способности имеют тенденцию быть лучше, чем при его отсутствии, обитает во множестве организмов – как успешных, так и неудачливых – на протяжении многих поколений. С точки зрения данного конкретного гена все прочие причины гибели усредняются. В долгосрочной перспективе для него имеет значение только река из ДНК, текущей сквозь поколения и находящей лишь временное прибежище в конкретных организмах, лишь временно делящей организм с генами-попутчиками – как удачливыми, так и не очень.

В долгосрочной перспективе эта река заполняется генами, хорошо умеющими выживать благодаря каким-то своим качествам: это может быть легкое улучшение способности бросать копьё, легкое улучшение способности распознавать яд или что угодно другое. А гены, в среднем выживающие хуже – потому, например, что наделяют тела, по которым они передаются, астигматизмом (и следовательно, те хуже мечут копьё) или же делают их менее привлекательными, отчего те реже спариваются, – такие гены будут склонны к исчезновению из генной реки. При этом нельзя упускать из виду и сделанный нами ранее вывод о том, что гены, сохраняющиеся в реке, будут хорошо уметь выживать в типичной среде обитания, характерной для данного вида. И возможно, наиболее важным фактором этой среды являются принадлежащие тому же биологическому виду другие гены – те, с которыми некий конкретный ген имеет шансы встретиться в одном организме, те другие гены, которые плывут сквозь геологические эпохи по той же реке, что и он.

## Глава 2

### Вся Африка и потомки ее



Нередко считается, что утверждать, будто наука – не более чем наш современный миф о происхождении мира, очень умно. Дескать, у евреев были их Адам и Ева, у шумеров – Мардук и Гильгамеш, у греков – Зевс и другие олимпийские боги, у викингов – Валгалла. Так что

же такое эволюция, спрашивают иные сообразительные люди, как не современный эквивалент богов и героев сказаний – не хуже и не лучше, не правдивее и не лживее, чем они? Модная салонная философия, называемая культурным релятивизмом, в своих крайних формах гласит, будто наука претендует на истину не больше, чем мифология какого-либо племени, просто наше современное западное племя предпочитает такую, научную, мифологию. Как-то раз один мой коллега-антрополог вынудил меня поставить вопрос ребром. «Представьте себе, – сказал я, – что существует племя, верящее, будто луна – это большая тыква, заброшенная в небо и висящая на уровне верхушек деревьев. Действительно ли вы считаете научную истину, что Луна находится на расстоянии четверти миллиона миль от нас и что ее диаметр составляет четверть диаметра Земли, не более верной, чем легенда этого племени про тыкву?» – «Именно, – отвечивший антрополог. – Просто мы выросли в культуре с научным взглядом на мир. А они приучены видеть мир иначе. Ни один из этих способов не является более правильным, чем другой».

Покажите мне культурного релятивиста на высоте тридцати тысяч футов, и я покажу вам лицемера. Самолеты, построенные по правилам науки, работают. Они держатся в воздухе и доставляют вас в пункт назначения. Чего не скажешь о летательных аппаратах, выполненных по племенным и мифическим технологиям: о макетах самолетов, используемых в карго-культурах, или о скрепленных воском крыльях Икара<sup>7</sup>. Если вы летите на международный конгресс антропологов или литературных критиков, то причина, по которой вы туда, скорее всего, попадете, а не рухнете на вспаханное поле, состоит в том, что многочисленные инженеры с западным научным образованием не ошиблись в своих расчетах. Западная наука, исходя из того надежного факта, что Луна обращается вокруг Земли на расстоянии четверти миллиона миль, и вооружившись западными компьютерами и ракетами, сумела высадить людей на ее поверхность. Наука племени, полагающего, будто луна висит прямо над деревьями, никогда до нее не дотянется, разве что в мечтах.

Мне редко приходится давать публичную лекцию без того, чтобы кто-нибудь из аудитории радостно не встрял с заявлением в духе моего коллеги-антрополога, и обычно это вызывает одобрительный гул. Безусловно, те, кто производит этот гул, чувствуют себя прекрасными, либеральными и антирасистски настроенными людьми. Еще более надежный способ вызвать поддакивание – это заявить что-нибудь вроде «В сущности, ваша убежденность в эволюции стала своего рода верой, и следовательно, она ничуть не лучше чьей-нибудь веры в Эдемский сад».

Свой космологический миф, объясняющий происхождение вселенной, жизни и человечества, есть у любого племени. В каком-то смысле наука действительно дает нашему современному обществу – по крайней мере, его образованной части – нечто аналогичное. Науку даже можно рассматривать как одну из религий: я сам однажды кратко высказался в пользу науки как подходящей темы для уроков религиозного воспитания<sup>8</sup>, и это не было просто шуткой. (В Британии религиозное воспитание входит в обязательную школьную программу, в то время как в США этот предмет запрещен из боязни оскорбить какую-либо из множества противоречащих друг другу конфессий.) Подобно религии, наука претендует на то, чтобы объяснить происхождение и природу жизни и космоса. Но на этом сходство заканчивается. Научные

---

<sup>7</sup> Я уже не в первый раз прибегаю к этому железному аргументу и должен подчеркнуть, что направлен он исключительно против тех, кто придерживается взглядов моего коллеги из примера с тыквой. Существуют люди, которые также называют себя культурными релятивистами, чем вносят пуганицу, поскольку их убеждения совсем другие и вполне разумные. По их мнению, культурный релятивизм означает всего-навсего то, что вы не можете понять чью-либо культуру, если излагаете ее в терминах своей собственной. Любое характерное для той или иной культуры верование следует рассматривать только в контексте других верований, ей свойственных. Подозреваю, что эта, здравая, разновидность культурного релятивизма является исходной, а та, которую я критикую, – экстремистским, хотя и пугающе распространенным, искажением. Разумным релятивистам следует прилагать больше усилий, чтобы отмежеваться от своих вздорных собратьев. – *Прим. автора.*

<sup>8</sup> Журнал *The Spectator* (Лондон) от 6 августа 1994 года. – *Прим. автора.*

взгляды подтверждаются доказательствами и приносят результаты. А о мифах и верованиях нельзя сказать ни того ни другого.

Из всех легенд о происхождении мира еврейская сказка об Эдеме проникла в нашу культуру особенно глубоко, так что даже снабдила именем серьезную научную теорию о наших предках – «теорию африканской Евы». Настоящую главу я посвящаю африканской Еве – отчасти ради того, чтобы дальше развить метафору «реки ДНК», но также потому, что мне хотелось бы противопоставить эту научную гипотезу легендарной прародительнице из Эдемского сада. Если мне удастся задуманное, то истина покажется вам более захватывающей и даже, быть может, более поэтичной, чем миф. Начну с чисто умозрительных рассуждений. Вскоре станет ясно, какое отношение они имеют к моему рассказу.

У вас двое родителей, четверо дедушек и бабушек, восьмеро прадедушек и прабабушек и так далее. С каждым поколением количество предков удваивается. Если отступить на  $g$  поколений назад, число предков будет равняться двойке, помноженной самой на себя  $g$  раз:  $2^g$  в степени  $g$ . Ну, если не считать того, что мы можем тут же, не вставая с дивана, убедиться в ложности такого вывода. Для этого нам нужно будет отступить совсем недалеко в прошлое – скажем, во времена Иисуса Христа, практически ровно на две тысячи лет назад. Если мы скромно отведем четыре поколения на столетие – иначе говоря, предположим, что в среднем люди размножаются в возрасте двадцати пяти лет, – то на два тысячелетия придется не более восьмидесяти поколений. На самом деле их, по всей вероятности, было больше, так как женщины вплоть до недавнего времени начинали рожать чрезвычайно рано, но это всего лишь «диванное» вычисление, и оно будет наглядным, невзирая на подобные мелочи. Двойка, помноженная на себя 80 раз, – чудовищное число, единица с 24 нулями, триллион триллионов. Во времена Иисуса у вас был миллион миллионов миллионов предков, и у меня тоже! Однако общая численность людей на земле была тогда долей ничтожной доли от только что полученного нами результата.

Где-то мы, очевидно, ошиблись, но где? Вычисления наши верны. Неверно только допущение об удваивании в каждом поколении. В самом деле, мы позабыли, что родственники иногда женятся между собой. Я исходил из того, что у каждого из нас восемь прабабушек и прадедушек. Но у любого ребенка, родившегося от брака между двоюродными братом и сестрой, их только шесть, поскольку общие бабушка и дедушка этих двоюродных брата и сестры будут ему дважды прабабушкой и прадедушкой. «Ну и что с того? – возможно, спросите вы. – Время от времени люди вступают в браки со своей родней (Эмма Веджвуд, жена Чарльза Дарвина, была его двоюродной сестрой), но наверняка это случается достаточно редко, чтобы не иметь серьезного значения». А вот и нет, ведь под родней в данном случае подразумеваются и троюродные братья, и пятиродные, и семнадцатиродные и так далее. Если принимать во внимание столь дальнее родство, то любой брак оказывается браком между родственниками. Иногда приходится слышать, как люди выхваляются своим дальним родством с королевой, однако это весьма самонадеянно с их стороны, поскольку мы *все* – дальние родственники королевы, а также чьи угодно еще, всех линий родства и не проследить. Единственное, чем королевские и аристократические семьи отличаются от прочих, – так это тем, что они могут предъявить свое генеалогическое древо во всех подробностях. Как заметил четырнадцатый граф Хьюм, после того как политический оппонент съязвил по поводу его титула: «Если подумать, то мистер Уилсон – это четырнадцатый мистер Уилсон».

Из всего этого следует, что мы приходимся друг другу более близкой родней, чем обычно думаем, и что у нас было намного меньше предков, чем можно было бы предположить, исходя из незамысловатых вычислений. Однажды я, желая услышать рассуждения своей студентки на этот счет, попросил ее высказать обоснованное мнение о том, когда жил наш с ней последний общий предок. Глядя мне прямо в глаза и ни на мгновение не задумываясь, она ответила с тягучим сельским акцентом: «Он был обезьяной». Простительный интуитивный просчет,

но ошибка составила примерно 10 000 %. Подразумевалось, что наши генеалогические деревья были разделены в течение миллионов лет. В действительности же наш с этой студенткой ближайший общий предок жил не ранее пары веков назад – скорее всего, значительно позже Вильгельма Завоевателя. Более того, наверняка мы с ней являемся родственниками по многим линиям одновременно.

Та модель родословной, которая привела нас к вычислению ошибочно большого количества предков, представляла собой постоянно ветвящееся древо. Если развернуть это древо в противоположную сторону, то получится столь же ошибочная модель для оценки числа потомков. У типичного человека двое детей, четверо внуков, восьмеро правнуков и так далее, вплоть до невообразимых триллионов потомков всего несколько столетий спустя. Моделью, дающей гораздо более реалистичные представления как о предках, так и о потомках, будет все та же река генов, о которой шла речь в предыдущей главе. В пределах ее берегов гены текут сквозь время непрерывным потоком. Течения внутри этого потока то образуют завихрения и водовороты, то снова сливаются, по мере того как гены постоянно встречаются и расходятся во времени. Возьмите пробы воды из этой реки на разных участках ее течения. Те пары молекул, что оказались зачерпнутыми в одно ведро, уже встречались раньше и наверняка встретятся вновь. Также им приходилось расходиться и, несомненно, придется разойтись снова. Довольно трудно проследить все те точки, где они встречаются, но у нас есть математическая уверенность в том, что такие встречи происходят: что если в определенной точке два гена разнесены потоком, то достаточно переместиться совсем немного выше или ниже по течению – и они опять соприкоснутся друг с другом.

Вы можете не знать о том, что ваш муж приходится вам родней, но статистически весьма вероятно, что для того, чтобы найти ту точку, где ваш род пересекается с его родом, вам не понадобится углубляться далеко в прошлое. Если же посмотреть в противоположном направлении, в будущее, то может показаться очевидным, что у вас и у вашего супруга или супруги с высокой вероятностью будет общее потомство. Но тут есть и другое, намного более поразительное соображение. В следующий раз, когда вы очутитесь среди большого скопления народа – например, в концертном зале или на футбольном матче, – оглядитесь вокруг и задумайтесь вот над чем. Если в принципе у вас окажутся потомки в отдаленном будущем, то почти наверняка среди окружающей вас публики найдутся люди, которым вы можете пожать руку, поскольку они тоже будут предками ваших далеких потомков. Те, кому выпало быть бабушками и дедушками одних и тех же внуков, обычно знают об этом, что, как правило, связывает их неким чувством родства, независимо от того, ладят они между собой или нет. Они могут посмотреть друг на друга и сказать себе: «Что ж, положим, я от него не в восторге, но его ДНК смешана с моей внутри нашего общего внука и мы вправе надеяться на общих потомков в будущем, много позже нашей смерти. Определенно, это создает между нами некоторую связь». Но я хочу обратить ваше внимание на то, что если вам вообще повезет иметь отдаленных потомков, то их предками будут, возможно, и совершенно незнакомые вам люди из концертного зала. Вы можете обвести публику взглядом, строя предположения, у кого именно из присутствующих – как мужского, так и женского пола – будут общие с вами потомки, а у кого нет. Вы и я, кем бы вы ни были и какими бы ни были цвет вашей кожи и ваш пол, вполне можем оказаться предками одних и тех же людей. Не исключено, что вашей ДНК суждено смешаться с моей. Приветствую вас!

Теперь давайте представим себе, будто мы отправились на машине времени в прошлое: скажем, в заполненный зрителями Колизей, или на базар в Уре, или куда-нибудь еще раньше. Огляните толпу, так же как мы делали это в нашем воображаемом современном концертном зале, и отдайте себе отчет в том, что всех этих давно умерших людей можно разделить на две, и только две, категории: на ваших предков и всех остальных. Данное наблюдение достаточно очевидно, но оно подталкивает нас к знаменательному выводу. Если забраться достаточно далеко

в прошлое, то каждый, кто вам повстречается, будет приходиться предком либо любому человеку, живущему в 1995 году, либо вообще никому из наших современников. Никаких промежуточных вариантов. Каждый индивидуум, который попадетсся вам на глаза, как только вы вылезете из своей машины времени, будет прародителем или всему человечеству, или вообще никому.

Шокирующая мысль, но доказать ее проще простого. Все, что нам нужно, – это отправить нашу воображаемую машину времени на абсурдно большое расстояние, скажем, на триста пятьдесят миллионов лет назад, когда нашими предками были кистеперые рыбы, которые обладали легкими и как раз начинали выходить из воды и превращаться в амфибий. Если некая конкретная рыбина – мой предок, то невозможно себе представить, чтобы она не была при этом и вашим предком тоже. Иначе пришлось бы признать, что цепочка предков, ведущая ко мне, и цепочка, ведущая к вам, независимо, ни разу не пересекаясь, проэволюционировали из рыб в земноводных, из земноводных в пресмыкающихся и так далее: в млекопитающих, приматов, человекообразных обезьян и древних людей, придя к настолько сходным результатам, что мы с вами можем разговаривать друг с другом, а если мы разного пола, то и скрещиваться. То же будет справедливо и для любых двух случайно взятых человек.

Нам удалось доказать, что если углубиться достаточно далеко в прошлое, то любая особь, какую мы встретим, будет приходиться предком либо каждому из нас, либо не будет им приходиться никому из сегодняшних людей. Но какое расстояние подразумевается под “достаточно”? Нам определенно не нужно добираться до кистеперых рыб – это было *reductio ad absurdum*, – но все же насколько далеко в прошлое придется перемещаться, чтобы прийти до общего предка всех людей, живущих в 1995 году? Этот вопрос намного сложнее, и именно к нему я собираюсь сейчас перейти. На него уже нельзя ответить умозрительно, не вставая с дивана. Тут понадобится подлинная информация: точные цифры, взятые из сурового мира конкретных фактов.

Сэр Рональд Фишер, грандиозный английский генетик и математик, которого можно в равной степени считать и величайшим последователем Дарвина в XX веке, и отцом современной статистики, писал в 1930 году:

Только географические и другие барьеры на пути свободного скрещивания между расами... помешали всему человечеству, исключая последние 1000 лет, иметь практически идентичное происхождение. Если исключить последние 500 лет, то различие в происхождении представителей одной и той же нации будет крайне мало; если исключить последние 2000 лет, то, по-видимому, единственными оставшимися различиями были бы различия между выраженными этнографическими расами; этнографические расы... и в самом деле могут быть достаточно древними образованиями, но и этот случай может быть верен только при условии, что на протяжении долгих лет диффузия крови между отдельными группами практически отсутствовала<sup>9</sup>.

Если вернуться к понятиям нашей аналогии с рекой, то Фишер, в сущности, прибегает к тому факту, что все гены, принадлежащие не разделенной географическими барьерами расе, «текут» в одной «струе». Но когда он, чтобы оценить давность расхождения рас, обращается к конкретным числам – 500 лет, 2000 лет, – ему приходится делать допущения. В его время необходимые факты еще не были известны. Сегодня же, благодаря молекулярно-биологической революции, мы скорее страдаем от избытка сыплющихся на нас фактов. Именно молекулярная биология познакомила нас с обаятельной африканской Евой.

---

<sup>9</sup> Р. Фишер, «Генетическая теория естественного отбора», глава 6, перевод Л. С. Ванаг и Е. И. Фукаловой.

ДНК сравнивали не только с цифровой рекой. Также напрашивается сравнение ДНК каждого человека с семейной библией. ДНК представляет собой очень длинный текст, написанный, как мы знаем из предыдущей главы, четырехбуквенным алфавитом. Эти буквы, тщательно скопированные, пришли к нам от наших предков, и только от них, с поразительной точностью воспроизводя наследие даже очень далеких прародителей. Сравнивая тексты, сохранившиеся в разных людях, можно было бы выявить степень их родства и добраться до общего предка. У более дальних родственников – скажем, у норвежцев и австралийских аборигенов – обнаружатся различия в большем количестве слов. Исследователи проделывают подобную работу с разными вариантами библейских текстов. К сожалению, в случае с архивами ДНК имеется помеха: половой процесс.

Половой процесс – это кошмар архивариуса. Вместо того чтобы оставлять унаследованные от предков тексты неприкосновенными, подверженными разве только неизбежным случайным повреждениям, он энергично набрасывается на них, преднамеренно путая все следы. Ни один слон в посудной лавке не способен натворить такого бедлама, какой царит в ДНК-архивах по милости полового процесса. Ни один исследователь Библии не сталкивается ни с чем подобным. Нет, если он изучает происхождение, скажем, Песни песней Соломона, то ему, конечно же, известно, что на самом деле она не такова, какой нам кажется. В ней встречаются странные несвязности, позволяющие предположить, что в действительности Песнь песней представляет собой сшитые вместе фрагменты нескольких различных поэм, причем только некоторые из них имели эротический характер. Немало там и ошибок – мутаций, – особенно переводческих. «Ловите нам лисиц, лисенят, которые портят виноградники...»<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Песн. 2: 15.

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.