

ГЛАВА 2

Собаки, коровы и капуста

ПОЧЕМУ ЧАРЛЬЗА ДАРВИНА ПРИШЛОСЬ так долго ждать? Что помешало человечеству подойти к эволюции, этой восхитительно простой идее, раньше, чем к существенно более сложным математическим открытиям Ньютона, появившимся на целых два века раньше, или Архимеда, которые старше на целых два тысячелетия? Я слышал много ответов на этот вопрос. Возможно, наш разум смущает время, за которое происходят эволюционные изменения: разница между геологическим временем и временем жизни человека, пытающегося понять эволюцию, очень велика. Может, все дело в сдерживавших нас религиозных доктринах? Или, быть может, в восхитительной сложности органов наподобие глаза, о котором трудно думать иначе как о совершенном приборе, спроектированном опытным изобретателем? Возможно, все эти причины сыграли свою роль. Однако Эрнст Майр, один из корифеев синтетической теории эволюции, умерший в 2005 году в столетнем возрасте, многократно озвучивал совершенно другое предположение. С его точки зрения, камнем преткновения была старая философская доктрина, которая сейчас называется эссенциализмом. Открытию эволюции препятствовала мертвая хватка Платона*.

* Эти слова принадлежат не Майру, но вполне отражают его мысль.

Мертвая хватка Платона

Согласно Платону, видимая нами реальность — это не более чем тени, отброшенные на стены пещеры мерцающим огнем в очаге. Платон, подобно другим греческим мыслителям, в душе был геометром. Так, треугольник, нарисованный на песке — это лишь несовершенная тень истинной сущности треугольника, его идеи. Стороны идеального треугольника — истинные Евклидовы линии с длиной, но без ширины, совершенно прямые и никогда не пересекающиеся, если они параллельны. Сумма углов идеального треугольника составляет точно 180° . Очевидно, что это неверно для треугольника, нарисованного на песке, однако он, согласно Платону, только зыбкая тень идеального треугольника.

Эрнст Майр полагал, что биология заражена своего рода эссенциализмом. Биологический эссенциализм рассматривает тапиров и кроликов, панголинов и верблюдов так, будто это треугольники, ромбы, параболы или додекаэдры. Кролики, которых мы видим, — тени идеи Кролика, абсолютного, идеального платонического кролика, витающего где-то в пространстве идей вместе с совершенными геометрическими формами. Живые кролики из плоти и крови изменчивы, но все их разнообразие следует рассматривать только как случайные отклонения от идеала.

Отчаянно антиэволюционная картина! Для эссенциалиста любое разнообразие среди кроликов — это досадное искажение идеи кролика, и всякая попытка отклонения будет неизменно встречать сопротивление, как будто все живые кролики привязаны невидимой, но очень прочной нитью к небесному идеальному кролику. Эволюционисты видят жизнь совершенно иначе. Потомки могут бесконечно удаляться от родительской формы, причем любой из изменившихся потомков становится потенциальным прародителем будущих изменчивых вариантов. Между

прочим, Альфред Рассел Уоллес, независимо от Дарвина пришедший к идее эволюции путем естественного отбора, назвал свою статью так: “О стремлении разновидностей бесконечно удаляться от первоначального типа”.

Если и есть на свете “стандартный” кролик, то это не более чем центр куполообразного распределения настоящих суевливых, пушистых, прыгающих изменчивых кроликов. Это распределение со временем меняется. Поколение сменяет поколение, и в какой-то точно не определенный момент может случиться так, что распределение признаков животных, которых мы привыкли называть кроликами, удаляется от исходного настолько, что получает новое имя. Нет никакой непреходящей кроликообразности, как в небесах нет идеального кролика. Есть только популяции пушистых длинноухих, поводящих носом и поедающих собственные экскременты особей, статистически распределенных по размеру, форме, цвету и склонностям. То, что в прежнем распределении считалось сверхдлинноухостью, спустя некоторое геологическое время в новом варианте распределения может оказаться средним показателем длины ушей в популяции. После смены достаточно большого количества поколений перекрывание между распределением в родительской популяции и распределением в популяции потомков может совсем исчезнуть: самые длинные уши, которые встречались в исходной популяции, могут оказаться короче даже самых коротких ушей в новой. Как заметил Гераклит, другой древнегреческий философ, все течет и все движется, ничто не пребывает. Спустя сто миллионов лет уже трудно будет поверить, что предками этих животных вообще были кролики. При этом в каждом поколении преобладающий тип мог незначительно отличаться от преобладающего типа предыдущего и последующего поколений. Такой образ мышления Майр назвал *популяционным*. С его точки зрения, популяционное мышление — противоположность эссенциалистскому. Именно поэтому, считает он, теории Дарвина по-

требовалось столько времени, чтобы родиться на свет: благодаря ли греческому влиянию или какой-то другой причине, но эссенциализм крепко впечатан в наши мозги.

Для ума, ограниченного шорами платонизма, кролик — это кролик, ничего больше. Само предположение о том, что кроличий род представляет собой подвижное облако статистически распределенных значений, или о том, что типичный кролик современности может отличаться от типичного кролика, жившего миллион лет назад, или от типичного кролика, который будет жить через миллион лет, нарушает внутреннее табу. Действительно, психологи, изучающие развитие речи, утверждают, что дети — прирожденные эссенциалисты. Вполне вероятно, что дети вынуждены быть такими, чтобы сохранять рассудок, пока они учатся разделять вещи и явления на категории и группы, соответствующие отдельным существительным. Нет ничего удивительного в том, что, согласно Книге Бытия, первой задачей Адама было дать имена всем животным.

С точки зрения Майра, нет никакого чуда и в том, что человечеству пришлось ждать своего Дарвина до конца XIX века. Чтобы в полной мере осознать, до какой степени эволюционный подход противоречит эссенциализму, давайте представим себе вот что. С эволюционной, основанной на “популяционном мышлении” точки зрения, любое животное связано с любым другим животным, например кролик с леопардом, цепочкой промежуточных звеньев. Эти звенья настолько похожи одно на другое, что каждое звено в принципе способно спариваться с соседним, давая фертильное потомство. Трудно грубее нарушить основное табу эссенциализма. И это не какой-нибудь сомнительный умственный эксперимент, существующий только в воображении ученого. С эволюционной точки зрения последовательность промежуточных животных — звеньев цепи, соединяющих кролика с леопардом, — действительно существует! Каждое из этих животных жило, дышало и могло быть отнесено к одному и тому же виду со своими соседями

по длинному, медленно изменяющемуся непрерывному множеству. Каждое из звеньев цепи является потомком предыдущего звена и родителем следующего, при этом совокупность всех звеньев составляет непрерывный мост от кролика к леопарду. Однако (позднее мы детально рассмотрим это) следует понимать, что на свете никогда не было “кролипарда”. Такие же “мосты” существуют между кроликом и вомбатом, леопардом и омаром: они ведут от любого животного или растения к любому другому. Вполне возможно, вы и сами догадались, почему этот поразительный результат неизбежно следует из признания эволюционного взгляда на жизнь, однако я все же объясню. Назовем это шпилечным экспериментом.

Возьмем произвольную крольчиху (пол выбран для удобства и значения не имеет). Посадим ее мать рядом с ней. Затем продолжим последовательность, посадив рядом бабушку, и так все дальше и дальше, на тысячи и миллионы лет назад. Мы идем вдоль строя, внимательно рассматривая каждую крольчиху, как генерал, проводящий смотр. Мы заметим, что крольчихи древности немного отличаются от привычных. Однако быстрота изменения будет так низка, что мы, скорее всего, не заметим разницы между соседними поколениями, как мы не замечаем ход часовой стрелки или взросление собственного ребенка (это после мы сможем отметить, что ребенок стал подростком, а подросток превратился во взрослого человека). Есть и еще одна причина тому, что мы, скорее всего, не заметим различия между рядышком сидящими крольчихами: в любом столетии изменчивость в популяции кроликов, как правило, будет выше, чем различия между матерями и дочерьми. Следовательно, если мы попытаемся разглядеть движение “часовой стрелки”, сравнивая дочерей с матерями или бабушками, замеченные различия будут ничтожными в сравнении с изменчивостью родных и знакомых кролика, снующих в окрестных кустах.

Тем не менее, двигаясь назад во времени и наблюдая постепенные и малозаметные изменения, мы в конце концов добе-

ремся до животных, все менее напоминающих кролика и все более — землеройку (хотя и не совсем на нее похожих). Одно из этих существ мы определим как “изгиб шпильки” (причины вскоре станут ясны). Это животное представляет собой самого позднего общего предка кроликов и леопардов (по женской линии, но, как я уже говорил, для эксперимента это не важно). Несмотря на то, что мы не знаем, как в точности оно выглядело, мы твердо знаем, что оно существовало: эволюция не оставляет нам другого выбора. Это животное, безусловно, относилось к тому же виду, что его мать и дочь, как и другие животные. Продолжим прогулку вдоль строя, однако теперь, поскольку мы миновали изгиб шпильки, вперед во времени, по направлению к современным леопардам. Следует заметить, что по пути нам придется преодолеть множество развилок, ведущих к самым разным организмам, и на каждой мы выбираем дорогу, ведущую к леопардам. Теперь, когда мы движемся вперед во времени, за каждой похожей на землеройку зверюшкой следует ее дочь. Эти зверьки будут постепенно и неуловимо изменяться, проходя через массу промежуточных стадий, многие из которых, вероятно, будут очень похожи друг на друга, но в то же время совершенно не похожи ни на один из существующих сейчас видов. Затем, возможно, мы пройдем мимо последовательности зверьков, отдаленно напоминающих горностая, и, не заметив ни одного внезапного изменения на протяжении всего пути, дойдем до леопарда.

Об этом эксперименте следует сказать следующее. Во-первых, хотя мы и выбрали маршрут кролик-леопард, мы могли с тем же успехом воспользоваться линиями дикобраз-дельфин, кенгуру-жираф или человек-треска. И это важно: двух любых животных соединяет путь-шпилька, пролегающий через общего предка, потому что у любого организма с каждым имеется общий предок. Все, что от нас требуется — найти путь от первого вида к общему предку, в изгибе шпильки повернуть и дойти до второго вида.

Во-вторых, обратите внимание, что мы говорим только о цепочках животных, соединяющих современные виды. Мы не пытаемся из кролика вывести леопарда. Мы скорее де-эволюционируем кролика до общего предка, а затем развиваем это животное до леопарда. Ни один современный вид не эволюционирует в другой современный вид: у них общие предки, только и всего. Они — двоюродные братья. Это же ответ на распространенное замечание: если люди произошли от шимпанзе, то почему шимпанзе до сих пор существуют?

В-третьих, на пути от точки изгиба шпильки к современному леопарду мы выбираем маршрут, ведущий именно к леопарду. Это один из реальных путей, которым шла эволюция. Однако важно помнить, что мы пренебрегли массой развилок, которые могли привести нас к другим современным животным: животное, представляющее собой “изгиб шпильки”, является общим предком не только кроликов и леопардов, но и многих других современных млекопитающих.

В-четвертых, как бы значительны ни были различия между концами шпильки (например, кроликом и леопардом), каждый шаг по цепочке на поколение вперед очень, очень мал. Каждое звено ровно настолько похоже на предыдущее, насколько дочери похожи на своих матерей. И, что важно, оно гораздо ближе к своим соседям по цепи, чем ко многим современникам из той же популяции.

Как видите, этот эксперимент камня на камне не оставляет от элегантного древнегреческого храма платонических идеальных форм. И если Майр прав относительно того, как глубоко в нас заложены эссенциалистские предубеждения, он может быть прав и в том, почему людям исторически так тяжело далось признание эволюции.

Чарльз Дарвин не знал термина “эссенциализм” — он был предложен только в 1945 году. Однако Дарвин был отлично знаком с биологической версией эссенциализма — теорией неизменности видов — и приложил массу усилий для борьбы с ней.

В самом деле, для полного понимания многих книг Дарвина (в основном это касается не “Происхождения видов”, а других его трудов) следует закрыть глаза на современные представления об эволюции и вспомнить, что подавляющее большинство его аудитории составляли эссенциалисты, не ставившие под сомнение неизменность видов. Поскольку одним из основных орудий Дарвина в борьбе с этой точкой зрения были данные об одомашнивании животных, мы посвятим ему остаток главы.

Взболтать, но не смешивать

Дарвин прекрасно разбирался в разведении животных и растений, переписывался с заводчиками голубей, садоводами и обожал собак. Кроме первой главы “Происхождения видов”, он посвятил домашним животным и растениям целую книгу — “Изменение животных и растений в домашнем состоянии”. В книге есть главы, посвященные собакам и кошкам, лошадям и ослам, свиньям, коровам, овцам и козам, кроликам, голубям (целых две главы — голубей Дарвин особенно любил), курам и другой домашней птице, а также растениям, в том числе восхитительной во всех отношениях капусте. Капуста — плевок Флоры в лицо адептам эссенциализма и проповедникам неизменности видов. Дикорастущая капуста *Brassica oleracea* — невзрачное растение, отдаленно напоминающее одичавшую худосочную огородную капусту. Но человеку понадобилось всего несколько столетий для того, чтобы, держа в руках “стеки” и “чеканы” для “лепки” генофонда, получить из невзрачной травки целый спектр овощей, да еще таких разных: здесь и брокколи, и кольраби, брюссельская, листовая и цветная капуста, и романеско, и ранняя зелень, и множество других овощей.

Другим хорошо известным примером “лепки” генофонда может служить получение от волка *Canis lupus* более двухсот

пород, признаваемых Клубом собаководства Великобритании. На самом деле пород, генетически разделенных, на манер апартеида, строгими правилами селекции, гораздо больше.

Кстати, именно волк, и только он, является эволюционным предком собак всех пород, хотя его одомашнивание могло происходить независимо в разных частях света и в разное время. Эволюционисты считали так не всегда. Дарвин, как и многие его современники, полагал, что среди предков современных собак есть представители нескольких видов диких псовых, в том числе волки и шакалы. Австрийский этолог Конрад Лоренц, нобелевский лауреат по биологии, считал так же. В опубликованной в 1949 году работе “Человек находит друга” он предположил, что современные породы собак подразделяются на две группы: происходящие от шакалов (большинство пород) и от волков (любимцы Лоренца, в том числе чау-чау). Никаких подтверждений этой гипотезы, кроме разницы в характере и темпераменте пород, у Лоренца не было. Вопрос оставался нерешенным до тех пор, пока за него не взялись молекулярные генетики. Им удалось разгадать загадку, так что сомнений на сегодняшний день нет: все собаки — потомки волков. Ни шакалов, ни койотов, ни лис в их родословной нет.

Основной момент, который я хотел бы проиллюстрировать сведениями об одомашнивании, — поразительная способность селекции в кратчайшие сроки произвольно менять внешний вид и поведение диких животных. Селекционер похож на скульптора, лепящего из невероятно пластичной глины или высекающего из камня, собак и лошадей, коров и капусту. Вскоре мы вернемся к этой аналогии. Хотя в ходе селекции фактором отбора выступает не природа, а человек, в остальном процесс идентичен естественной эволюции. Именно поэтому Дарвин уделил столько внимания процессу одомашнивания животных в начале “Происхождения видов”: процесс эволюции, движимой искусственным отбором, понятен каждому. Естественный отбор отличается одним.

Строго говоря, изменениям подвергается не тело собаки или листья капусты, а генофонд породы или вида. Понятие генофонда является ключевым для синтетической теории эволюции. Сам Дарвин ничего не знал о генофонде. В его мире генов просто не существовало. Безусловно, он знал о том, что признаки наследуются из поколения в поколение; что особи, как правило, похожи на своих родителей, братьев и сестер; что некоторые признаки устойчиво сохраняются в породах собак и голубей. Наследственность была краеугольным камнем теории естественного отбора. Генофонд — другое дело. Концепция генофонда имеет смысл только в свете закона Менделя о независимом комбинировании наследственных признаков. Несмотря на то, что Дарвин и Мендель были современниками, первый ничего не знал о работах второго: Мендель описал свои открытия в немецком журнале, который Дарвин никогда не читал.

Менделевский ген подчиняется принципу “все или ничего”. При зачатии наследственный материал не смешивается, как краски на палитре (смешав синюю и красную, получим фиолетовую). Если бы наследственность функционировала так (а во времена Дарвина многие думали, что примерно так и обстоит дело), мы были бы “усредненными посредственностями”, то есть каждый из нас по всем признакам находился бы посередине между родителями. В таком случае все разнообразие в популяции очень быстро исчезло бы: сколько ни смешивай фиолетовый с фиолетовым, вы никогда не получите синий и красный. Однако очевидно, что всеобщей тенденции к снижению изменчивости в популяциях не существует. Попытки Менделя объяснили, почему это так: отцовские и материнские гены в потомстве не смешиваются и не растворяются, а комбинируются, сохраняя при этом свою целостность (хотя термином “ген” Мендель не пользовался, его придумал Йогансен в 1909 году). Процесс похож не на смешивание красок, а, скорее, на перетасовку карт. Теперь мы знаем, что гены — это протяженные отрезки молекул ДНК. Они не разделены в про-

странстве, как карты, но принцип колоды остается верным. Гены не сливаются, а перетасовываются, причем перетасовываются плохо: некоторые карты слипаются и могут оставаться вместе в течение нескольких поколений-перетасовок, пока случайно не разделятся.

Любая из ваших яйцеклеток (или сперматозоидов, если вы — мужчина) содержит в себе только одну версию любого гена, полученную либо от отца, либо от матери, но никогда — не их смесь. И, что самое удивительное, этот конкретный ген достался вам только от одного из ваших дедушек или от одной из ваших бабушек. И только от одного/ой из прапрапрапрапрадедушек или прапрапрапрапрабабушек*.

Сегодня мы можем сказать, что это было очевидно с самого начала. Когда мы скрещиваем самца с самкой, то ожидаем получить сына или дочь, а не гермафродита**. Сейчас кажется, что любой теоретик, сидя в кресле, мог бы прийти к выводу о наследовании по принципу “все или ничего”. Замечательно, что сам Дарвин вплотную подошел к этой мысли, но так и не сделал последний шаг. В 1866 году он писал Альфреду Уоллесу:

Мой дорогой Уоллес!

По-моему, вы не понимаете, что я имею в виду, когда говорю о несмешивании некоторых сортов. Речь идет не о плодовитости. Я объясню на примере. Я скрестил два сорта гороха, сильно различающиеся по окраске: *Painted Lady* и *Purple sweet*, и получил, прямо в одном и том же горшке, обе разновидности в чистом виде, но никаких промежуточных форм. Нечто подобное, как мне пред-

* Данное утверждение полностью и безоговорочно справедливо для генетической модели, предложенной Менделем и использовавшейся до ДНК-революции, совершенной Уотсоном и Криком в 1950-х. Теперь, когда мы знаем, что гены — это длинные линейные участки ДНК, оно почти справедливо. В практических целях можно считать его истинным.

** На ферме, где я провел детство, была агрессивная и совершенно неуправляемая корова по кличке Аруша. Она имела буйный нрав и доставляла массу хлопот. Однажды мистер Эванс, пастух, в сердцах произнес: “По мне, Аруша — какая-то помесь быка с коровой”.

ставляется, должно происходить и с вашими бабочками... Хотя подобные случаи выглядят весьма удивительными, я не уверен, что мы должны удивляться этому в большей степени, чем тому, что каждая самка производит в чистом виде мужское и женское потомство.

Да-да, вы не ослышались: Дарвин действительно был *очень* близок к открытию третьего закона Менделя, говорящего о несмешиваемости того, что мы сейчас называем генами*. В этой истории много общего с утверждениями многих позднейших биографов о том, что естественный отбор открыли до Дарвина другие ученые викторианской эпохи — например, Патрик Мэттью и Эдвард Блис. До некоторой степени так оно и есть, и Дарвин признавал это. Другое дело, что тщательное рассмотрение имеющихся свидетельств показывает, что они не понимали, *насколько* это важно. Они не заметили универсальности явления и его значения, в отличие от Дарвина и Уоллеса, увидевших в нем силу, способную направлять развитие всех живых существ на планете в сторону улучшения. Письмо, которое я процитировал выше, показывает, что Дарвин невероятно близко подошел к пониманию закона независимого наследования признаков, но не увидел всеобщности этого принципа и, главное, того, что в нем заключается ответ на вопрос, почему со временем из популяций не исчезает изменчивость. Эту работу выпол-

* Бытует ошибочное мнение, будто в библиотеке Дарвина имелся немецкий журнал, в котором Мендель опубликовал результаты своих опытов, однако после смерти Дарвина выяснилось, что соответствующие страницы остались неразрезанными. Этот мем, по-видимому, обязан происхождением тому, что у Дарвина был экземпляр “Гибридизации у растений” (*Die Pflanzen-mischlinge*) Вильгельма Фокке. Тот действительно ссылался на работы Менделя, и эти страницы в экземпляре Дарвина не были разрезаны. Фокке, однако, не подчеркивал важность работы Менделя, и совершенно необязательно Дарвин осознал бы ее, даже если бы прочитал эти страницы. Да и немецкий Дарвина был не очень хорош. Если бы он прочитал саму работу Менделя, то развитие биологии могло бы пойти иначе. Возможно, даже Мендель не до конца понимал значение своих открытий, иначе он мог бы написать Дарвину. В библиотеке монастыря Менделя в Брно я держал в руках его экземпляр “Происхождения видов” (на немецком языке) с собственноручными пометками.

нили ученые XX века, основывавшиеся на обогнавшем время открытии Грегора Менделя*.

Ну вот, теперь понятие “генофонд” начинает обретать смысл. Любая популяция организмов, размножающихся половым путем, например крысы на острове Вознесения в Южной Атлантике, постоянно “тасует” генофонд. Нет тенденции к снижению изменчивости в популяции: крысы не становятся усредненно-серыми. Гены сохраняются в целости, какими были, и, переходя от организма к организму, не смешиваются и не сливаются друг с другом. В любой момент все гены популяции находятся в телах крыс либо передаются от одного тела другому в виде спермы. Если мы окинем взглядом множество поколений, мы увидим, что гены крыс на острове ведут себя, как карты в постоянно перетасовываемой колоде. Это и есть генофонд.

Думаю, что генофонд крыс на острове Вознесения весьма независим и очень хорошо перемешан: недавние предки любой крысы едва ли могли жить за пределами острова (не берем в расчет случайных пассажиров судов, заходивших на остров). А вот генофонд крысиной популяции, например, Евразии будет иметь куда более сложную структуру. Генетический материал живущей в Мадриде крысы будет происходить в основном от крыс западной оконечности Евразии, а не Монголии или Сибири — не из-за каких-либо специфических барьеров на пути распространения генов (хотя они тоже существуют), а просто из-за огромных расстояний. Перенос гена с одного конца континента на другой при помощи перетасовки скрещиванием занимает довольно много времени. Даже если на пути генов нет физических барьеров вроде больших рек или горных хребтов, поток генов через обширные территории все равно будет достаточно медленным, чтобы мы считали генофонд популяции

* Эта история началась в 1908 году с усилий влюбленного в крикет математика Годфри Гарольда Харди и — независимо от него — немецкого доктора Вильгельма Вайнберга, а кульминации достигла благодаря великому генетику и статистiku Рональду Фишеру, а также Джону Бердону Сандерсону Холдейну и Сьюэлу Райту.

“вязким”. Живущая во Владивостоке крыса будет происходить в основном от крыс Дальнего Востока. Таким образом, генофонд евразийской популяции крыс будет перемешан, как и на острове Вознесения, но не будет перемешан так же равномерно из-за большого расстояния между краями ареала. Более того, на пути равномерного перемешивания генофонда будут появляться высокие горы, глубокие реки и широкие пустыни, усложняя его структуру. Тем не менее эти сложности не обесценивают концепцию генофонда. Идеально перемешанный генофонд представляет собой полезную абстракцию вроде математической абстракции “прямая линия”. Реальные генофонды (даже такие маленькие и простые, как генофонд крыс острова Вознесения) — это неидеальные приближения к абстракции, они частично перемешаны. Чем меньше и ровнее остров, тем ближе генофонд к идеальной перемешанности.

Чтобы подвести черту под обсуждением генофондов, отмечу, что любая особь из любой популяции представляет собой *выборку* генофонда современной нашему животному популяции (вернее, современной его родителям). Не существует какой-либо всеобщей причины, по которой частота встречаемости того или иного гена в генофонде должна расти или снижаться. Но если мы все же наблюдаем систематический рост или снижение частоты данного гена в данном генофонде, то мы наблюдаем как раз то, что и называется эволюцией. Поэтому вопрос следует сформулировать так: почему частота встречаемости гена в генофонде может систематически расти или снижаться? Здесь начинается самое интересное, мы разберемся с этим позднее.

С генофондами домашних собак происходят странные вещи. Собаководы, разводящие пекинесов или далматинцев, принимают все мыслимые меры, чтобы не позволить генам перейти из одного генофонда в другой. Родословные отслеживаются на много поколений назад, и ничто не может испортить племенную книгу сильнее, чем запись о смешанном “браке”. Каждая собачья порода изолирована от всех остальных так, как если бы

она жила на персональном острове Вознесения. С той разницей, что смешанным “бракам” мешают не просторы океана, а правила, установленные людьми.

Географически породы не изолированы друг от друга, их ареалы пересекаются, но они могли бы с тем же успехом жить на отдельных островах из-за неусыпного надзора хозяев за половой жизнью питомцев. Разумеется, иногда строгие правила нарушаются. Подобно крысе, прибывшей на остров Вознесения в трюме корабля, гончая может сорваться с поводка и спариться, допустим, со спаниелем. Но щенки-метисы, как бы их ни любили хозяева, будут изгнаны с острова Гончих. Он останется населенным чистокровными собаками. Существуют сотни таких “островов”, на каждом из которых обитает одна-единственная порода собак. Все эти острова — виртуальные: чистокровные гончие или шпицы живут по всему миру, и их гены транспортируют машины, корабли и самолеты. Виртуальный “остров”, каким является генофонд пекинесов, пересекается географически, но не генетически (не учитываем случаи обрывания поводка) и с “островом” боксеров, и с “островом” сенбернаров.

Теперь вернемся к замечанию, с которого мы начали разговор о генофонде. Я сказал, что если сравнивать селекционеров со скульпторами, то материал, с которым они имеют дело — не собачья плоть, а генофонды. Нам может показаться, что это собачья плоть, когда селекционер, к примеру, объявляет о своем намерении укоротить морду боксеров будущих поколений. Конечным продуктом его деятельности действительно будет укороченная морда, как будто он обработал резцом морду собаки-предка. Но, как мы говорили, типичный боксер из любого поколения — это выборка из существующего в данный момент генофонда. Не боксеров, а генофонд обрабатывали год за годом. Гены длинных морд отсекались и заменялись генами коротких морд. Все породы собак — от таксы до далматинца, от боксера до борзой, от пуделя до пекинеса, от дога до чихуахуа — были

вырезаны резцом, вылеплены, отлиты, но скульпторы проделывали это не с плотью, а с генофондом.

Впрочем, не все породы были созданы таким путем. Некоторые выведены (в том числе совсем недавно, например, в XIX веке) путем гибридизации, скрещивания представителей других пород. Гибридизация, конечно, является сознательным нарушением режима строгой изоляции генофондов на виртуальных островах. Иногда схема гибридизации так тщательно планируется, что селекционеры категорически отказываются называть своих питомцев “помесями” или “дворянками” (как с удовольствием называет себя президент Обама). “Лабрадудель” — это гибрид обычного пуделя с лабрадором-ретривером, продукт тщательно спланированного опыта по совмещению достоинств обеих пород. Владельцы лабрадуделей объединились в общества и клубы так же, как это принято у владельцев чистокровных породистых собак. Заводчики лабрадуделей и других подобных гибридов делятся на две партии. Приверженцы первой партии полагают, что можно и впредь получать лабрадуделей, просто скрещивая пуделей с лабрадорами, второй — что следует положить начало самостоятельному генофонду лабрадуделей, то есть добиться хорошей наследуемости ими характерных признаков при скрещивании друг с другом. Сейчас гены лабрадуделей во втором поколении перекомбинируются так, что потомство оказывается весьма разнообразным, а это считается недопустимым для чистокровных собак. Многие породы, ныне считающиеся “чистокровными”, были получены именно таким путем. Они прошли через промежуточную стадию повышенной изменчивости, которая в результате селекции постепенно сокращалась.

Иногда новые породы собак начинаются с единичной крупной мутации. Мутации — случайные изменения генов, поставляющие эволюции сырье путем неслучайного отбора. В природе значительные мутации сохраняются редко, но генетики любят их за простоту исследования в лаборатории. Корот-

коногие собаки вроде бассет-хаунда или таксы появились в результате одиночной мутации под названием хондродистрофия (или ахондроплазия). Это классический пример крупной мутации, которая едва ли уцелела бы в природных условиях. Схожая мутация ответственна за самый распространенный случай карликовости у людей: тело сохраняет нормальный размер, а руки и ноги оказываются намного короче обычных. Другие генетические пути приводят, например, к миниатюризации тела при сохранении пропорций. Заводчики получили различные формы и размеры, комбинируя несколько крупных мутаций, таких как хондродистрофия, с множеством мелких. Они добились нужного результата, даже не зная генетики, простым подбором кандидатов для спаривания. Не правда ли, очень похоже на естественный отбор? Ведь природа, разумеется, не понимает не только генетики, но и вообще ничего.

Американский зоолог Реймонд Коппингер подчеркивает, что щенки всех пород похожи друг на друга гораздо сильнее, чем взрослые собаки. И вправду, щенки не могут сильно отличаться, поскольку их главное дело — сосать молоко, и требования к выполнению этой функции одинаковы у всех пород. В частности, длинная морда, как у ретриверов или борзых, плохо сочетается с эффективным сосанием. Поэтому все щенки похожи на мопсов, а про взрослого мопса можно сказать, что это собака, морда которой не выросла. У щенков большинства пород, напротив, после прекращения кормления морда растет. Мопсы, бульдоги и пекинесы — исключение из этого правила: у них вырастают другие части тела, а морда сохраняет первоначальные пропорции. Это называется *неотенией*. Мы еще столкнемся с этим явлением в главе 7, когда будем говорить об эволюции человека.

Если все части тела животного растут с одинаковой скоростью, так что взрослая особь — это просто увеличенная в масштабе копия детеныша, то подобный рост называется *изометрическим*. Он встречается очень редко. При аллометрическом

росте, напротив, разные части тела растут с разной скоростью. Часто скорости роста разных частей тела связаны друг с другом простыми математическими соотношениями. Этот феномен подробно исследовал Джулиан Хаксли в 1930-х. Различия размеров частей тела у разных пород собак достигается благодаря генам, влияющим на аллометрические пропорции роста. Например, черчиллевский взгляд бульдогов обязан своим происхождением генетической тенденции к меньшей скорости роста носовых костей. Это приводит к относительному ускорению роста окружающих костей и тканей. Одним из побочных эффектов этих аллометрических изменений является необычный наклон нёба, из-за чего у бульдогов зубы торчат наружу, собаки постоянно пускают слюни и, подобно пекинесам, с трудом дышат. Бульдогам не повезло и в том, что у щенков непропорционально большая голова, и это осложняет роды. Поэтому большинство бульдогов появляются на свет в результате кесарева сечения.

У борзых все наоборот. У них очень длинная морда, причем она начинает удлиниться еще до рождения, так что щенки борзых, по-видимому, менее успешно сосут молоко. Коппингер высказывает предположение, что стремление заводчиков борзых натолкнулось на естественную преграду — способность щенков к выживанию.

Какие уроки мы можем извлечь из одомашнивания собаки? Во-первых, огромное разнообразие пород — от немецкого дога до йоркширского терьера, от риджбека до таксы, от гончей до сенбернара — показывает, с какой удивительной эффективностью и скоростью направленная селекция генов — формирование генофонда — может привести к радикальным изменениям анатомии и поведения. Удивительно, что искусственный отбор при этом может затрагивать очень небольшое число генов. Однако изменения так велики, а различия между породами так заметны, что можно было бы подумать, что эволюция длилась миллионы лет, а не несколько столетий. Если такие изменения достижимы за несколько веков или даже десятилетий, задумай-

тес, чего можно достичь за десять миллионов или сто миллионов лет.

Глядя на процесс, занявший несколько веков, мы видим, что заводчики собак обошлись с плотью, как скульптор с материалом. Микеланджело взял глыбу мрамора, удалил лишнее и явил миру статую Давида. Ни крошки мрамора не было добавлено. Генофонд, напротив, все время пополняется (например, новыми мутациями) и одновременно сокращается из-за несчастной (избирательной) гибели особей. Здесь аналогия со скульптурой исчерпывается, и, как мы увидим в главе 8, ее не следует пытаться применять.

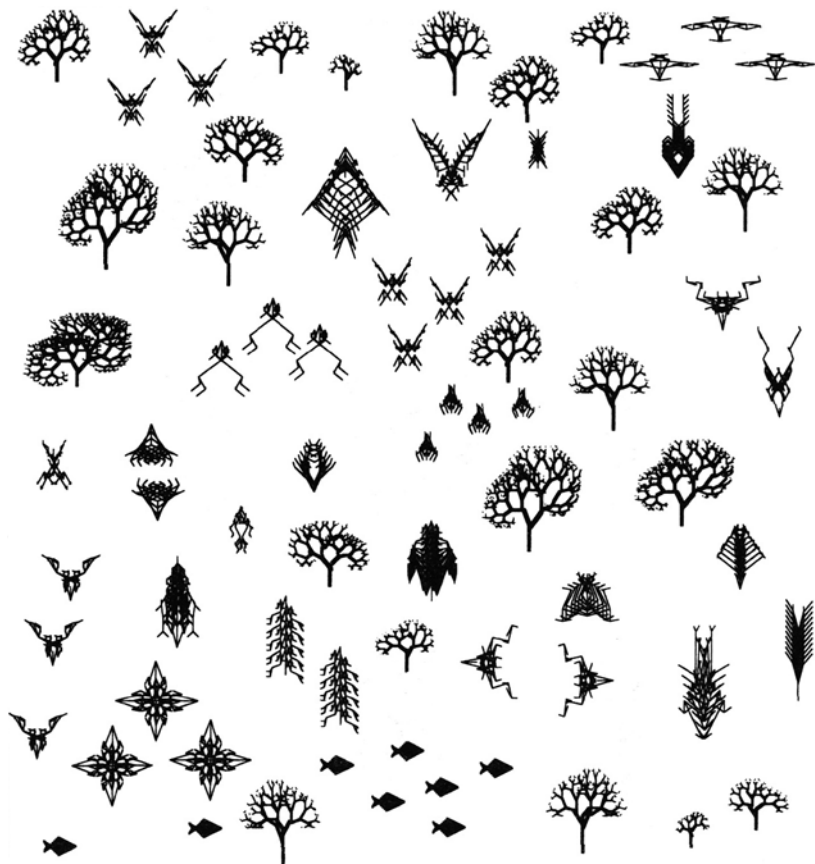
Когда думаешь о скульптуре, то на ум приходят сверхмускулистые тела бодибилдеров или аналогичные примеры из мира животных, например коровы породы бельгийская голубая. Этот ходячий завод по производству говядины был создан при помощи генетического изменения, известного как удвоение мускулатуры. В организме млекопитающих присутствует миостатин, ограничивающий рост мышечной массы. Если “выключить” ген, ответственный за выработку миостатина, мускулы вырастут больше обычных. Зачастую один ген может мутировать по-разному, приводя к одинаковому результату. Соответственно, есть несколько способов нарушить работу гена, ответственного за миостатин, и все они приводят к желаемому увеличению объема мускулатуры. Среди прочих примеров нарушения гена миостатина можно назвать породу свиней черной экзотик и отдельных собак со сверхразвитой мускулатурой, относящихся к различным породам. Бодибилдеры достигают схожих результатов при помощи изматывающих физических упражнений и зачастую приема анаболических стероидов, то есть под воздействием факторов внешней среды, эквивалентных по действию с генетическими факторами у бельгийских голубых коров и черных экзотических свиней. Важно, что результат один и тот же. Изменения наследственности и изменения условий окружающей среды могут приводить к одним и тем же

результатам. Если вы хотите создать ребенка, который выиграет олимпийскую медаль по тяжелой атлетике, а у вас есть в запасе несколько столетий, можно заняться генетическими манипуляциями в расчете на получение такого же мутантного гена, как и у бельгийских голубых коров. Более того, известны случаи делеций гена миостатина у человека, и мускулатура таких людей действительно переразвита. Если бы в качестве исходного материала у вас был ребенок-мутант и вы заставили бы его качать железо (что трудно проделать с коровами и свиньями), то был бы хороший шанс получить в итоге нечто более гротескное, чем Мистер Вселенная.

Политические противники евгенического подхода к деторождению часто доходят в рассуждениях до абсолютно неверного утверждения, что он в принципе невозможен. Это не только аморально, говорят они, но просто невозможно. К несчастью, то, что некий процесс недопустим с точки зрения морали или политически нежелателен, не означает, что он невозможен. Нет сомнений, что, имея достаточно времени и политического влияния, можно вывести расу превосходных бодибилдеров, прыгунов в высоту или толкателей ядра, спринтеров, сумоистов, ловцов жемчуга, а также художников, музыкантов, поэтов, математиков или сомелье (оговорюсь, что в животном мире нет таких примеров). Я уверен в возможностях селекции в направлении атлетических способностей потому, что необходимые для этого свойства прекрасно достигаются при разведении ломовых и скаковых лошадей, гончих и ездовых собак. В успехе (но не моральной или политической приемлемости) отбора людей согласно умственным или другим уникальным способностям я уверен потому, что есть чрезвычайно мало примеров неудачных попыток искусственного отбора животных, даже по признакам, которые могут казаться неочевидными. Кто бы подумал, к примеру, что собак можно разводить на улучшение пастушьих навыков, для охоты или для травли быков?

Хотите получать высокие надои — на много порядков выше, чем требуется корове, чтобы выкормить теленка? Пожалуйста, к вашим услугам искусственный отбор. Можно добиться того, чтобы вымя коровы увеличивалось до огромных размеров и продолжало вырабатывать молоко еще долго после окончания естественного периода кормления. “Молочных” лошадей никто не выводил, но есть ли у кого-либо сомнения в том, что если бы мы захотели, мы смогли бы? Это же, кстати, справедливо для “молочных” людей, если бы кому-нибудь это понадобилось. Слишком много женщин, сведенных с ума мифом о том, что огромные, как дыни, груди привлекательны, платят хирургам огромные деньги за имплантанты, добываясь весьма непривлекательных — для меня, во всяком случае — результатов. Неужели кто-либо сомневается, что подобное искажение человеческого тела может быть достигнуто за несколько поколений путем искусственного отбора, как это было проделано, например, с коровами фризской породы?

Лет двадцать пять назад я придумал компьютерную модель, прекрасно иллюстрирующую мощь искусственного отбора: компьютерную игру, имитирующую выращивание выставочных роз, собак или коров. Игрок видит на экране девять фигур-биоморфов, средняя из которых — “родитель” остальных восьми. Все формы образованы на основании примерно дюжины “генов” — набора чисел, передающегося от “родителя” “потомству” с небольшой вероятностью “мутации” — малого изменения численного значения. Каждая форма, таким образом, моделируется на основании уникального набора генов. Игрок, в свою очередь, о генах не знает; он видит девять форм на экране и может выбрать форму, которую он хочет размножить дальше. Остальные биоморфы пропадают с экрана. Отобранная форма перемещается в центр и “порождает” восьмерых “потомков”. Игра продолжается так долго, как позволяет время или запас терпения. Внешний вид “организмов” на экране с каждым “поколением” меняется. “Потомкам” передаются только “гены”,



Биоморфы, созданные программой “Слепой часовщик”

и игрок, отбирая биоморфов по внешним признакам, неосознанно выделяет и определенный комплект “генов”. Точно так поступают и селекционеры.

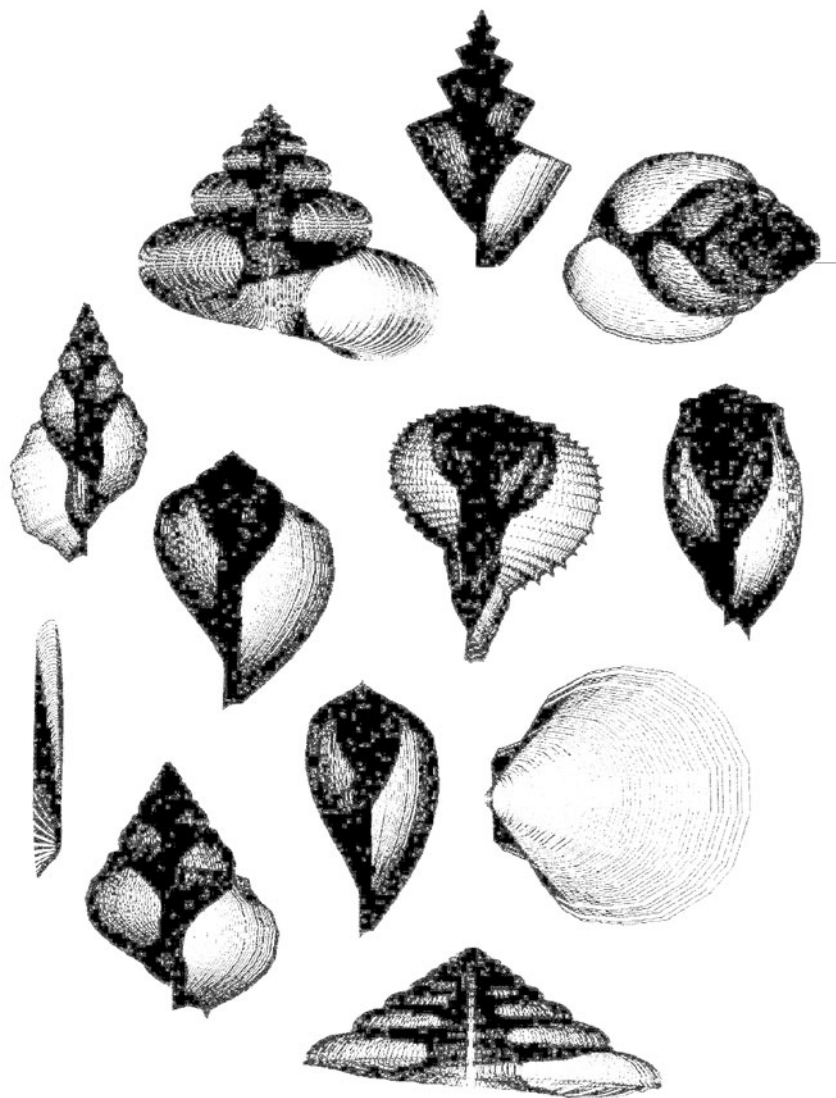
С генетикой, пожалуй, все. Игра становится еще интереснее, если ввести в нее “эмбриологическую” составляющую. “Эмбриология” биоморфа — это процесс, при помощи которого численные значения “генов” влияют на форму биоморфа. Можно представить себе множество эмбриологических схем,

и немалое их количество я перепробовал. “Слепой часовщик” — первая программа, которую я написал, — основывается на модели бинарного дерева: “ствол” разделяется на две “ветви”, каждая из них — еще на две, и так далее. Количество ветвей, их длина и угол соединения со стволом определяются численными значениями “генов”. Важно отметить, что неотъемлемым свойством бинарных деревьев является их рекурсивность. Читателю, желающему узнать об этом больше, следует вооружиться книгой об информатике. Скажу только, что рекурсивность подразумевает: мутация влияет на все дерево, а не на отдельный его участок.

Несмотря на то, что мой “Слепой часовщик” начинает с простого бинарного дерева, он довольно быстро порождает целый калейдоскоп эволюционно развитых форм, многие из которых по-своему красивы, а некоторые (в зависимости от устремлений игрока) могут сильно походить на знакомых нам насекомых, пауков и морских звезд. На иллюстрации вы видите bestiарий, собранный в потаенных уголках компьютерной страны чудес одним-единственным игроком (мною). В следующих версиях программы эмбриологические алгоритмы были усовершенствованы. Это позволило “генам” изменять окраску и форму “ветвей” при помощи мутаций.

Следующую, более сложную программу — “Артроморфы” — я написал вместе с Тедом Келером (тогда он работал в “Эппл”). Эмбриологический алгоритм этой программы учитывает особенности строения насекомых, пауков, многоножек, других членистоногих и предназначен для создания артроморфов — существ, сходных с членистоногими. В книге “Восхождение на пик Невероятности” я подробно описал артроморфов, биоморфов, конхоморфов (компьютерных моллюсков) и подобных им существ.

По стечению обстоятельств, математические свойства алгоритмов развития раковин моллюсков глубоко разработаны и в целом выяснены; поэтому моя программа “Конхоморф” спо-



Конхоморфы — смоделированные компьютером раковины

собна создавать формы, чрезвычайно близкие к существующим. В главе 13 я вернусь к этим программам. Сейчас я упомянул о них, чтобы продемонстрировать могущество искусственного отбора, огромное даже в сильно упрощенном пространстве компьютерной модели. В реальном мире сельского хозяйства и животноводства, в мире голубятника и заводчика собак, искусственный отбор может достичь куда большего. Биоморфы, конхоморфы и артроморфы только иллюстрируют принцип. По большому счету, сам искусственный отбор иллюстрирует принцип отбора естественного (речь об этом — в следующей главе).

Дарвин не понаслышке знал о возможностях искусственного отбора и воздал ему должное в первой главе “Происхождения видов”. Он рассчитывал подготовить читателя к восприятию величайшего своего открытия — могуществу естественного отбора. Если человек смог превратить волка в пекинеса, а дикую капусту — в цветную, и это за несколько сотен или тысяч лет, то почему неслучайное выживание растений и животных на протяжении миллионов лет не должно иметь сходных последствий?